1905

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 1 (2 Janvier 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liege	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25 fr.**
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 janvier 1905.)

Pages.

Etat de l'Académie au 1er janvier 1905...... 5

M. Mascart, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1904.................. 13

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. Boussinesq. — Pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux, immergé dans ce courant.......... 15

M. G. Lippmann. — Franges d'interférence produites par le système de deux miroirs perpendiculaires entre eux.............. 21

M. A. Lacroix. — Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder...... 22

M. H. Poincaré fait hommage à l'Académie du premier volume d'un Ouvrage où il rassemble les *Leçons de Mécanique céleste* qu'il a professées à la Sorbonne 26

PRÉSENTATIONS.

Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Fouqué* : 1° M. *Michel Lévy*; 2° M. *Cayeux*................... 26

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale une brochure intitulée : « La bobine d'induction », par M. *Armagnat*.................. 27

MM. Borel (Émile), Fabre (J.-H.), Richard (Gustave) adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet............ 27

M. Maurice Fréchet. — Sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles.... 27

M. S. Lattès. — Sur les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact.............. 29

M. G.-A. Miller. — Sur les sous-groupes invariants d'indice p^2.................. 32

M. de Sparre. — Au sujet de la déviation des corps dans la chute libre............ 33

M. P. Langevin. — Sur une formule fondamentale de la théorie cinétique.......... 35

M. Charles Nordmann. — Mesure de la conductibilité des diélectriques au moyen des gaz ionisés.......................... 38

M. O. Boudouard. — Influence de la vapeur d'eau sur la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique.............................. 40

M. Albert Colson. — Sur l'existence d'un sulfate vert normal de sesquioxyde de chrome.............................. 42

M. James Lavaux. — Séparation de 3 diméthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène.............. 44

MM. Rambaud et Sy. — Observations de la comète Giacobini (*d* 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de 0m,318.......................... 46

MM F. Foureau et L. Gentil. — Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne.......................... 46

M. le vice-amiral Fournier. — Résistance de l'eau à la translation des navires. Carènes de moindre résistance.......... 48

M. Ed. Bonjean. — Eau oxygénée à l'état naissant. Activité bactéricide sur les germes des eaux.......................... 50

M. Paul Vuillemin. — Hyphoïdes et Bactéroïdes.............................. 54

M. Paul Becquerel. — Recherche sur la radioactivité végétale.................. 54

M. C. Houard. — Sur l'accentuation des caractères alpins des feuilles dans les galles des Genévriers...................... 56

Mlle M. Stefanowska. — Sur l'accroissement du poids des substances organiques et minérales dans l'avoine en fonction de l'âge. 58

M. J.-P. Bounhiol. — Mesures respiratoires sur les poissons marins.............. 60

Bulletin bibliographique.................. 63

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTIÈME.

JANVIER — JUIN 1905.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1905.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs:

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✱).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✱).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✱).
APPELL (Paul-Émile) (C. ✱).
PAINLEVÉ (Paul) ✱.
HUMBERT (Marie-Georges) ✱.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✱).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✱).
DEPREZ (Marcel) (O. ✱).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✱)
SEBERT (Hippolyte) (C. ✱).
VIEILLE (Paul-Marie-Eugène) (O. ✱).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✱).
LŒWY (Maurice) (C. ✱).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✱).
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✱.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✱.
BIGOURDAN (Guillaume) ✱.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✱).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✱).
BASSOT (Jean-Léon-Antoine) (C. ✱).
GUYOU (Émile) (O. ✱).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✱).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✱).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ✻).
POTIER (Alfred) (O. ✻).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ✻).
AMAGAT (Émile-Hilaire) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ✻).
MOISSAN (Henri) (C. ✻).
DITTE (Alfred) (O. ✻).
LEMOINE (Georges) (O. ✻).
HALLER (Albin) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

GAUDRY (Jean-Albert) (C. ✻).
BERTRAND (Marcel-Alexandre) (O. ✻).
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ✻).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ✻.
LACROIX (François-Antoine-Alfred) ✻.
BARROIS (Charles-Eugène) (O. ✻).

Section VIII. — *Botanique.*

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ✻).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ✻).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ✻.
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ✻).
ZEILLER (Charles-René) (O. ✻).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✻.
MAQUENNE (Léon-Gervais-Marie).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).
DASTRE (Albert-Jules-Frank) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (G. O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C.).
LABBÉ (Léon) (C. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord), à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
KOCH (Robert), à Berlin.
AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (Massachusetts).

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.

Messieurs :

DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
VOLTERRA (Vito), à Rome.
GUICHARD (Claude), à Clermont-Ferrand.
GORDAN (Paul), à Erlangen.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

SIRE (Georges-Étienne) ❄, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ❄), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ❄), à Versailles.
BOLTZMANN (Louis), à Vienne.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ❄, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ❄), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (G. O. ❄), à Carlsruhe.
LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (Sir William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ❄), à Marseille.
HALL (Asaph) ❄, à Washington.
LANGLEY (Samuel-Pierpont), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ❄), à Bordeaux.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David), au Cap de Bonne-Espérance.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (C. ❄), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ❄, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ❄), à l'Observatoire de Toulouse.
HILL (George-William), à West-Nyack.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
BIENAYMÉ (Arthur-François-Alphonse) (C. ✻), à Toulon.
NORMAND (Jacques-Augustin) (O. ✻), au Havre.
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
OUDEMANS (Jean-Abraham-Chrétien), à Utrecht.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BICHAT (Ernest-Adolphe) (O. ✻), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
BENOIT (Justin-Miranda-René) ✻, à Sèvres.
LORENTZ (Hendrik-Anton), à Leyde.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.

Messieurs :

SABATIER (Paul), à Toulouse.
FORCRAND (Hippolyte-Robert DE), à Montpellier.
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand, baron DE), à Berlin.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
ŒHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.
BRÖGGER (Wlademar-Christofer), à Christiania.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
WARMING (Johannes-Eugenius-Beilow), à Copenhague.
FLAHAULT (Charles-Henri-Marie) ✻, à Montpellier.
BERTRAND (Charles-Eugène) ✻, à Lille.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé) ✻, à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), à Bordeaux.
KUEHN (Julius), à Halle.

Messieurs :

WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
TISSERAND (Louis-Eugène) (G. O. ✻), à Vaucresson.
FLICHE (Paul) ✻, à Nancy.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
METCHNIKOFF (Élie) (O. ✻), à Sèvres.
WALDEYER (Henri-Guillaume-Godefroi), à Berlin.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
BURDON-SANDERSON (Sir John), à Oxford.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
CALMETTE (Léon-Charles-Albert) (O. ✻), à Lille.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JANVIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

M. **Mascart**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1904.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1905.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXXXVI (1er semestre 1903) et le Tome CXXXVII (2e semestre 1903) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1904 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLVII a été mis en distribution au mois de mars 1904.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1904.

Membres décédés.

Section de Mécanique : M. **Sarrau**, le 10 mai.
Section d'Astronomie : M. **Callandreau**, le 13 février.
Section de Minéralogie : M. **Fouqué**, le 7 mars.
Section d'Économie rurale : M. **Duclaux**, le 3 mai.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Marey**, le 15 mai.

Membres élus.

Section de Mécanique : M. **Vieille**, le 21 novembre, en remplacement de M. Sarrau, décédé.

Section d'Astronomie : M. **Bigourdan**, le 25 avril, en remplacement de M. Callandreau, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Lacroix**, le 11 janvier, en remplacement de M. Munier-Chalmas, décédé; M. **Barrois**, le 9 mai, en remplacement de M. Fouqué, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Maquenne**, le 27 juin, en remplacement de M. Duclaux, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Dastre**, le 28 novembre, en remplacement de M. Marey, décédé.

Associé étranger élu.

M. **Agassiz** (**Alexandre**), à Cambridge (États-Unis), le 7 mars, en remplacement de Sir George-Gabriel Stokes, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1904.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie : M. **Salmon**, à Dublin, le 22 janvier.
Section d'Astronomie : M. **J. Perrotin**, à Nice, le 29 février.

Section de Chimie : M. **Williamson**, à Haslemer, le 6 mai.
Section de Minéralogie : M. **Karl von Zittel**, à Munich, le 5 janvier.
Section d'Économie rurale : M. **Laurent**, à Gembloux, le 20 février.

Correspondants élus.

Section de Géométrie : M. **Volterra**, à Rome, le 14 mars; M. **Guichard**, à Clermont-Ferrand, le 28 mars; M. **Gordan**, à Erlangen, le 24 avril.
Section de Minéralogie : M. **Brögger**, à Christiania, le 14 mars.
Section de Botanique : M. **Warming**, à Copenhague, le 7 mars; M. **Flahault**, à Montpellier, le 14 mars; M. **Eugène Bertrand**, à Lille, le 21 mars.
Section d'Économie rurale : M. **Tisserand**, à Vaucresson, le 20 juin; M. **Fliche**, à Nancy, le 4 juillet.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Metchnikoff**, à Sèvres, le 20 juin; M. **Waldeyer**, à Berlin, le 27 juin.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Calmette**, à Lille, le 25 janvier.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Gibbs**, à New-Haven (Connecticut), décédé le 28 avril 1903.
Section d'Astronomie : M. **J. Perrotin**, à Nice, décédé le 29 février 1904.
Section de Chimie : M. **Williamson**, décédé à Haslemer, le 6 mai 1904.
Section d'Économie rurale : M. **Laurent**, à Gembloux, décédé le 20 février 1904.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux, immergé dans ce courant.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Dans une Note du 16 mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1189) j'ai représenté par une certaine intégrale le pouvoir refroidissant d'un courant fluide, faiblement conducteur, sur un corps convexe quel-

conque enveloppé par ce courant et dont la surface présente un excès donné θ_0 de température sur l'ensemble du fluide. Cette intégrale, expression du flux total de chaleur soustrait au corps, dans l'unité de temps, par le courant fluide, est

$$(1)\quad 2\theta_0\sqrt{\frac{\text{KCV}}{\pi}}\int_0^{2\pi}d\gamma\sqrt{\int_{\beta_0}^{\beta_1}\left(\frac{\varepsilon}{d\gamma}\right)^2 d\beta} = 2\theta_0\sqrt{\frac{\text{KCV}}{\pi}}\int_{\gamma=0}^{\gamma=2\pi}\sqrt{\int_{\beta_0}^{\beta_1}\varepsilon^2\,d\beta}.$$

D'une part, K, C, V y désignent les trois constantes du courant, savoir, sa conductibilité intérieure, sa capacité calorifique par unité de volume, enfin, sa vitesse générale; d'autre part, β y est (abstraction faite du facteur V) le potentiel des vitesses d'écoulement, paramètre, croissant de $-\infty$ à $+\infty$ le long des filets fluides, caractéristique des surfaces qui coupent orthogonalement tous ces filets, et considéré, ici, depuis sa valeur β_0 à la *proue* ou extrémité *amont* du corps, point où le *filet central* aborde le corps et se divise, à son contact, en filets élémentaires qui le recouvrent, jusqu'à sa valeur β_1 relative à la *poupe* ou extrémité *aval*, point où ces filets élémentaires, après avoir baigné toute la surface, se rejoignent pour reconstituer le filet central et quitter ensemble le corps. Enfin, γ désigne un paramètre, variable de zéro à 2π, définissant les divers filets élémentaires qui sillonnent le corps, et ε est la distance infiniment petite, fonction de β et de γ, qui sépare, sur la surface, le filet élémentaire à paramètre γ de son voisin à paramètre $\gamma + d\gamma$.

Comme $d\beta$ est, également, la distance de deux surfaces voisines d'égal potentiel, considérées loin du corps, là où ces surfaces se réduisent à des plans parallèles, les éléments $\varepsilon^2\,d\beta$ ont trois dimensions et l'intégrale $\int_{\beta_0}^{\beta_1}\varepsilon^2\,d\beta$ exprime un volume infiniment petit; d'où il suit que, *pour tous les corps semblables et semblablement situés dans le courant, le pouvoir refroidissant* (1) *est proportionnel, si ϖ désigne leur volume, au produit très simple* $\theta_0\sqrt{\text{KCV}\varpi}$.

Il ne reste donc à calculer, pour chaque forme du corps et chacun de ses modes d'orientation par rapport au courant, que le coefficient numérique de cette proportionnalité.

II. L'ellipsoïde paraît devoir être l'exemple naturel à choisir de la théorie précédente. Et, cependant, les calculs y présentent de grandes difficultés, insurmontables même, dans le cas général, quand on veut arriver au résultat définitif.

Soient, respectivement,

$$(2) \qquad \frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1, \qquad \frac{x^2}{a^2+\lambda}+\frac{y^2}{b^2+\lambda}+\frac{z^2}{c^2+\lambda}=1,$$

l'équation de l'ellipsoïde, rapporté à ses axes $2a$, $2b$, $2c$, et celle de ses homofocaux extérieurs, à paramètre λ croissant de zéro à l'infini aux distances de plus en plus grandes de l'origine.

Le potentiel des vitesses, déterminé, à une constante près, par l'équation indéfinie $\Delta_2\beta=0$, avec la condition d'avoir sa dérivée suivant la normale nulle sur toute la surface $\lambda=0$ et ses trois dérivées partielles en x, y, z égales, pour λ infini, aux trois cosinus directeurs donnés l, m, n du courant fluide général, a l'expression

$$(3) \qquad \beta=lx\left(1-\frac{1}{aA}\frac{dI}{da}\right)+my\left(1-\frac{1}{bB}\frac{dI}{db}\right)+nz\left(1-\frac{1}{cC}\frac{dI}{dc}\right),$$

où I désigne l'intégrale

$$(4) \qquad I=\int_\lambda^\infty \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}},$$

et où A, B, C sont les trois constantes

$$(5) \quad (A, B, C)=\frac{2}{abc}+\frac{1}{(a,b,c)}\frac{d}{d(a,b,c)}\int_0^\infty \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}} \text{ (1)}.$$

A la surface du corps, $\lambda=0$ et, par exemple, A se confond avec $\frac{2}{abc}+\frac{1}{a}\frac{dI}{da}$; d'où il suit que $\frac{1}{aA}\frac{dI}{da}$ a la valeur $1-\frac{2}{abcA}$. Il vient donc

$$(6) \qquad (\text{à la surface}) \ \beta=\frac{2}{abc}\left(\frac{lx}{A}+\frac{my}{B}+\frac{nz}{C}\right),$$

expression linéaire en x, y, z; de sorte que, *si l'on suppose l'ellipsoïde convenablement placé, les courbes d'égal potentiel y sont les lignes de niveau et,* par suite, *les filets fluides, celles de plus grande pente.*

III. Mais bornons-nous à l'hypothèse d'un courant dirigé suivant un axe, celui des z, par exemple; ce qui donne β proportionnel à z et, pour

---

(1) Voir, par exemple, pour la démonstration de cette formule du potentiel des vitesses, les pages 217 à 219 du Tome II de mes leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière.*

lignes de pente, les courbes $y = \nu x^k$, avec ν comme paramètre et k égal au quotient de a^2 par b^2. L'écart ε des deux lignes à paramètres ν, $\nu + d\nu$, projeté en vraie grandeur sur le plan des xy, sera $\sqrt{\frac{x^{2k}}{1 + k^2\nu^2 x^{2k-2}}}\, d\nu$; car le paramètre différentiel $\Delta_1 \nu$ de la fonction $\nu = yx^{-k}$ est $\sqrt{\frac{x^2 + k^2 y^2}{x^{2k+2}}}$ ou $\sqrt{\frac{1 + k^2\nu^2 x^{2k-2}}{x^{2k}}}$ et représente, comme on sait, la dérivée $\frac{d\nu}{\varepsilon}$ de ν le long de l'élément de chemin ε.

Cela posé, la formule (6) devient $\beta = \mathrm{M}z$, si, vu la troisième (5), on appelle M la constante définie par la relation

$$\frac{1}{\mathrm{M}} = 1 - \frac{abc}{2}\int_0^\infty \frac{d\lambda}{(c^2+\lambda)^{\frac{3}{2}}\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)}}; \tag{7}$$

et le produit $\varepsilon^2 d\beta$ dans (1) prend la forme $\mathrm{M}\varepsilon^2 dz$. Cette expression devra être intégrée de β_0 à β_1, c'est-à-dire depuis $z = -c$ jusqu'à $z = c$, et donnera un résultat double de celui qu'on aurait en intégrant de $z = 0$ à $z = c$. Or, le long du demi-filet fluide ainsi considéré et que, pour fixer les idées, nous supposerons pris dans l'angle des coordonnées positives, l'équation de l'ellipsoïde se réduit à

$$x^2 + k\nu^2 x^{2k} = a^2\left(1 - \frac{z^2}{c^2}\right);$$

ce qui permet de substituer à z, comme variable d'intégration, l'abscisse x, décroissante jusqu'à zéro, dans l'intervalle considéré, à partir d'une limite $\sqrt{\mu}$ définie par l'équation

$$\mu + k\nu^2\mu^k = a^2. \tag{8}$$

Il vient ainsi, en posant finalement $x^2 = \xi$ et même $\xi = \mu\eta$,

$$\left\{\begin{aligned} \int_{\beta_0}^{\beta_1} \varepsilon^2\, d\beta &= \frac{\mathrm{M}c}{a}(d\nu)^2 \int_0^\mu \frac{\xi^k\, d\xi}{\sqrt{a^2 - \xi - k\nu^2\xi^k}} \\ &= \frac{\mathrm{M}c}{a}\mu^{k+1}(d\nu)^2 \int_0^1 \frac{\eta^k\, d\eta}{\sqrt{a^2 - \mu\eta - k\nu^2\mu^k\eta^k}}. \end{aligned}\right. \tag{9}$$

IV. Comme l'équation (8) se résout facilement par rapport à ν, il est avantageux de substituer au paramètre ν, variable de zéro à l'infini dans l'angle des coordonnées positives, le paramètre μ, qui y décroît de a^2 à zéro.

Alors le troisième membre de (9) devient

$$(10) \qquad \frac{Mc}{4ka}[\mu + k(a^2 - \mu)]^2 \frac{(d\mu)^2}{\mu(a^2-\mu)} \int_0^1 \frac{\eta^k\, d\eta}{\sqrt{a^2 - \mu\eta - (a^2-\mu)\eta^k}}.$$

Posons-y, pour simplifier, $\mu = a^2 \sin^2\varphi$, où φ sera un angle variable entre zéro et $\frac{\pi}{2}$; puis, après avoir extrait la racine carrée, qui figure dans la formule (1) du pouvoir refroidissant, intégrons le résultat de $\varphi = 0$ à $\varphi = \frac{\pi}{2}$; ce qui étendra la sommation à tous les filets compris dans l'angle dièdre des xy positifs. Enfin, multiplions par 4, pour tenir compte des trois autres dièdres analogues, et il viendra, pour le pouvoir refroidissant du courant sur l'ellipsoïde :

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Pouvoir refroidissant} \\ \quad = 8\theta_0 \sqrt{\dfrac{\mathrm{KCV}a^2c\mathrm{M}}{\pi k}} \displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{\int_0^1 \frac{\eta^k\, d\eta}{\sqrt{1 - \eta\sin^2\varphi - \eta^k\cos^2\varphi}}}\,(\sin^2\varphi + k\cos^2\varphi)\, d\varphi. \end{array} \right.$$

On se souviendra que M y a la valeur tirée de (7) et que k y désigne le rapport de a^2 à b^2.

V. Les intégrations en η et φ ne paraissent guère effectuables, au moins sous forme finie, que dans les deux cas : 1° d'un ellipsoïde de révolution autour de l'axe (des z) parallèle au courant, c'est-à-dire dans l'hypothèse $k = 1$; 2° d'un ellipsoïde ayant sa section principale, perpendiculaire au courant, très aplatie, par exemple, suivant l'axe des x, de manière qu'on ait k infiniment petit.

Le premier cas, de l'ellipsoïde de révolution, ayant été traité directement dans la Note citée du 16 mai 1904, bornons-nous ici à celui de k infiniment petit, où l'intégration en η porte sur la différentielle $\frac{1}{\sin\varphi}\frac{d\eta}{\sqrt{1-\eta}}$ et donne (entre les deux limites zéro et 1) $\frac{2}{\sin\varphi}$. La formule (11) devient donc, en se rappelant que k désigne le quotient de a^2 par b^2,

$$(12) \quad \text{Pouv. refroid.} = 8\mathrm{I}\theta_0 \sqrt{\frac{2\mathrm{KCV}b^2c}{\pi}\mathrm{M}}, \qquad \text{où} \qquad \mathrm{I} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\sin\varphi)^{\frac{3}{2}}\, d\varphi.$$

Or une réduction connue permet de diminuer de deux unités, dans l'intégrale I, l'exposant du sinus; après quoi la substitution $\sin\varphi = \cos^2\psi$

ramène cette intégrale à une intégrale elliptique complète F_1 de Legendre. Et il vient ainsi :

$$(13)\quad \begin{cases} I = \dfrac{1}{3}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} \dfrac{d\varphi}{\sqrt{\sin\varphi}} \\ \quad = \dfrac{2}{3}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} \dfrac{d\psi}{\sqrt{1+\cos^2\psi}} = \dfrac{\sqrt{2}}{3}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}} \dfrac{d\psi}{\sqrt{1-\frac{1}{2}\sin^2\psi}} = \dfrac{\sqrt{2}}{3}F_1\left(\dfrac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0{,}87402. \end{cases}$$

Il ne reste donc plus qu'à évaluer M ou, plutôt, l'intégrale définie en λ figurant dans l'expression (7) de son inverse. Si, d'abord, c est comparable à b ou que l'ellipsoïde soit un disque plat n'ayant de très petit que l'axe $2a$, on reconnaît aisément que le facteur a du numérateur rend cette intégrale évanouissante; de sorte que $M = 1$.

VI. Si, au contraire, c est très petit, comme a, ou que l'ellipsoïde soit une longue aiguille ayant le grand axe $2b$, les éléments correspondant aux petites valeurs de λ, dans le dernier terme de (7), éléments évidemment réductibles à

$$-\frac{ac}{2}(a^2+\lambda)^{-\frac{1}{2}}(c^2+\lambda)^{-\frac{3}{2}}d\lambda = \frac{ac}{a^2-c^2}d\sqrt{\frac{a^2+\lambda}{c^2+\lambda}},$$

donnent à ce terme la valeur $\dfrac{ac}{a^2-c^2}\left(1-\dfrac{a}{c}\right) = -\dfrac{a}{a+c}$; et la formule (12) devient

$$(14)\qquad \text{Pouv. refroid.} = 8I\theta_0\sqrt{\frac{2KCV}{\pi}b^2(a+c)}.$$

Elle comprend comme cas particulier, si l'on y fait évanouir a devant c, la formule du disque.

On l'obtient d'ailleurs, sans employer la formule générale (11), en décomposant l'aiguille, par des plans normaux à l'axe principal $2b$, en tranches assimilables à des tronçons de cylindre elliptique battus par un courant perpendiculaire à l'axe du cylindre, cas traité à la fin de ma première Note de mai 1904 *Sur le pouvoir refroidissant des courants fluides* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1134). Cette méthode directe a l'avantage de montrer que la formule (14), symétrique en a et c, subsiste quelle que soit la direction du courant dans le plan des deux petits axes $2a$, $2c$ de l'aiguille.

OPTIQUE. — *Franges d'interférence produites par le système de deux miroirs perpendiculaires entre eux.* Note de M. G. LIPPMANN.

On obtient des franges pareilles à celles des miroirs de Fresnel en employant, au lieu de deux miroirs dont l'angle est voisin de 180°, deux miroirs dont l'angle est voisin de 90°.

La théorie n'est pas la même que pour l'expérience de Fresnel : ici chacun des faisceaux interférents a subi deux réflexions. La moitié des rayons émanés d'un point lumineux S se réfléchit d'abord sur le miroir (1), puis sur le miroir (2) et donne finalement une image S′ de la source S. L'autre moitié est réfléchie d'abord par le miroir (2), puis par le miroir (1) et fournit une image S″ de la source. Les images S′ et S″ se confondraient si les miroirs faisaient un angle de 90°. Si cet angle est de $90° + \varepsilon$, les images S′ et S″ se séparent, et leur distance vue de l'intersection du miroir est égale à 2ε. Les deux images S′ et S″ fonctionnent comme deux sources synchrones et fournissent un système de franges, à frange centrale blanche, *parallèles à l'intersection du plan des miroirs* (1).

On peut donner à l'expérience plusieurs formes. En face d'une fente lumineuse on dispose deux glaces argentées, que l'on rend perpendiculaires entre elles à l'aide d'une équerre; ce réglage sommaire donne un angle voisin de 90° et capable de produire des franges. Il n'est pas nécessaire, comme dans les dispositifs de Fresnel, de régler la position de l'un des miroirs en le déplaçant parallèlement à lui-même : l'expérience est donc plus simple.

La source lumineuse étant une fente, au lieu d'être un point, il faut amener la fente à être parallèle à l'intersection des miroirs, pour avoir le maximum de netteté. Pratiquement il suffit, pour la netteté, d'amener la fente et l'intersection des miroirs à être dans un même plan.

Un autre dispositif dispense de l'emploi de deux miroirs argentés. En

---

(1) Il ne faut pas confondre cette expérience avec une autre plus anciennement connue, qui est décrite dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart (t. I, p. 462). Dans cette ancienne expérience une lame plane à faces parallèles joue un rôle essentiel; la théorie en est celle des miroirs parallèles de Brewster-Jamin. D'ailleurs, les franges ainsi produites sont *perpendiculaires* à l'intersection des miroirs. Les franges que je décris sont *parallèles* à cette intersection.

face d'une fente verticale on installe, à peu près verticalement, un prisme à réflexion totale isoscèle, comme il s'en trouve dans tous les laboratoires. La réflexion a lieu, réflexion totale, sur les deux faces de l'angle droit. Cet angle étant presque droit par construction, on obtient les franges du premier coup sans aucun réglage. Par contre, l'angle étant invariable, on ne peut plus faire varier à volonté l'intervalle entre les franges.

MINÉRALOGIE. — *Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder.* Note de M. A. Lacroix.

Dans la précédente séance, M. de Lapparent a présenté à l'Académie les intéressants résultats de l'étude des documents géologiques rapportés par les membres de la Mission de délimitation de la frontière du Sokoto.

Grâce à l'obligeance de notre confrère, j'ai pu examiner les roches éruptives recueillies par la même Mission. Celles dont l'état de fraîcheur permet une étude complète proviennent de Zinder et des environs de Gouré, à environ 100^{km} plus à l'est. Ces roches présentent plus que l'intérêt qui s'attache à tout document géologique provenant d'une région inexplorée. Celles de Gouré, en effet, se rapportent à un type de roches alcalines quartzifères, connu jusqu'à présent dans un très petit nombre de gisements; elles possèdent en outre des particularités spéciales. Ces roches forment au milieu du sable du désert de petits monticules, dont la surface est couverte de blocs provenant de leur désagrégation *in situ*.

Je ne ferai que citer les roches de Zinder, à rapporter à des aplites, à des pegmatites et au type, aujourd'hui bien connu, du *granite à ægyrine et riebeckite*. M. Foureau, qui, dans son grand voyage, a le premier recueilli des roches dans cette localité, se propose du reste de les étudier.

Les roches de Gouré sont des *microgranites* (¹) *à ægyrine et amphiboles sodiques*, qui présentent deux types distincts; le premier est caractérisé par de nombreux cristaux porphyriques de quartz bipyramidé et de feldspaths, distribués dans une pâte quartzofeldspathique finement cristalline; dans le second type, au contraire, c'est cette même pâte qui prédomine, alors que les phénocristaux porphyriques de quartz et de feldspaths sont

(¹) La collection contient aussi un petit fragment d'une roche lamprophyrique à orthose et augite avec fort peu de biotite et de hornblende (minette augitique), riche en riebeckite secondaire.

rares, mais on y distingue en grand nombre de petits cristaux verts ou bleuâtres de métasilicates, à aspect moucheté très caractéristique. A l'état intact, ces roches sont grises avec une teinte verdâtre, mais le plus souvent elles possèdent une coloration rouge, par suite de la transformation des minéraux ferrugineux en hématite.

L'examen microscopique montre que, comme dans les roches porphyriques ordinaires, les phénocristaux de quartz sont très corrodés; les feldspaths sont constitués par de l'orthose et de l'albite, existant en individus distincts ou groupés en microperlite. Le centre des cristaux est homogène, mais leurs bords englobent pœcilitiquement le quartz de la pâte. Celle-ci est holocristalline et essentiellement constituée par du quartz en grains ou en cristaux bipyramidés, associés à des feldspaths (orthose ou albite). L'orthose est xénomorphe et enveloppe le quartz; l'albite au contraire forme des cristaux aplatis suivant g^1, dont les sections longitudinales, allongées, donnent à la pâte une structure caractéristique.

Les minéraux colorés sont exclusivement constitués par de l'ægyrine, d'un vert foncé, très pléochroïque et par diverses amphiboles sodiques. L'une d'elles est d'un vert bleu tellement foncé que les propriétés optiques ne peuvent être déterminées avec précision; elle paraît différer de la riebeckite; la seconde amphibole est, elle aussi, extrêmement pléochroïque; les bords de ses cristaux n'ont pas la même teinte que leur centre [$n_g =$ jaune verdâtre ou bleu vert; $n_m =$ brun rosâtre à brun vert; $n_p =$ jaune vert clair]. La biréfringence est faible, l'angle des axes très petit autour de la bissectrice aiguë négative: la dispersion est très forte, donnant lieu en lumière parallèle à des teintes de polarisation cuivrées qui rappellent celles des chlorites.

Cette amphibole, dont l'allongement est positif, se rapproche à certains égards de la katoforite et de la hastingsite, mais il est difficile de préciser la valeur de l'extinction maximum à cause de la rareté des clivages et de formes géométriquement déterminables; elle paraît être plus faible que dans ces amphiboles.

Dans le premier type de microgranites, l'ægyrine et l'amphibole à couleur variable forment uniquement de petites plages irrégulières, moulant les éléments de la pâte; dans le second type, l'ægyrine et l'amphibole à couleur uniforme présentent au contraire l'apparence de phénocristaux à formes distinctes, souvent groupés en petit nombre à axes parallèles, mais ce ne sont que des squelettes englobant pœcilitiquement les éléments de la pâte et réduits souvent à si peu de chose, malgré leur grand volume, qu'il est difficile de les étudier en lumière convergente. A ce propos, je ferai remarquer combien est caractéristique des pyroxènes et des amphiboles des roches alcalines acides cette cristallisation très tardive, qui en fait les derniers minéraux consolidés (à structure pœcilitique), tandis que les pyroxènes et les amphiboles des roches similaires calcosodiques cristallisent généralement avant les éléments blancs.

Je signalerai en terminant un minéral orthorhombique en baguettes incolores à allongement négatif, de biréfringence de 0,015; l'angle 2V est très grand autour de la bissectrice aiguë positive, normale à une face de la zone d'allongement; la réfringence est supérieure à celle du quartz; la structure pœcilitique n'a pas permis d'isoler cette substance que je ne puis rapporter à aucune espèce connue.

Ces microgranites sont à comparer aux *paisanites* de MM. Osann et Rosenbusch; elles se distinguent cependant de la plupart d'entre elles, d'une part par leur structure plus franchement microgranitique et, d'une autre, par la nature de l'amphibole qui, dans ces roches, est d'ordinaire constituée par de la riebeckite.

L'analyse *a* a été faite par M. Pisani sur le type 1 de la roche de Gouré; elle est intéressante à comparer à celles des *paisanites* : *b*, du Mosquez Cañon, Texas (M. Osann); *c*, du Magnolia Point, Mass. (*in* Rosenbusch); *d*, du mont Scholoda, Abyssinie (M. Prior); et enfin à celle, *e*, d'une *rhyolite à ægyrine* de Helabala, désert Somali (M. Arsandaux) :

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2........	75,25	73,35	76,49	76,01	76,0
TiO^2........	0,19	»	tr.	»	»
Al^2O^3.......	11,60	14,38	11,89	11,96	12,7
Fe^2O^3.......	0,78	1,96	1,16	2,06	2,1
FeO.........	3	0,34	1,56		0,6
CaO.........	0,70	0,26	0,14	0,26	0,2
MgO........	0,39	0,09	tr.	tr.	»
Na^2O.......	3,98	4,33	4,03	4,46	4,0
K^2O........	4,20	5,66	5,00	4,73	4,2
Perte au feu..	»	»	0,38	0,28	1,1
	100,09	100,37	100,77	99,73	100,9

L'analogie chimique existant entre toutes ces roches est fort grande; elles sont essentiellement caractérisées par l'extrême pauvreté en chaux et souvent l'absence de la magnésie, par l'abondance des alcalis parmi lesquels la potasse est légèrement en excès sur la soude. La roche de Gouré renferme cependant un peu plus de fer, de chaux et de magnésie que les autres et contient une faible quantité d'acide titanique; ce sont ces petites différences chimiques qui entraînent la production d'une amphibole spéciale à la place de la riebeckite commune aux roches de tous les autres gisements.

Il est aujourd'hui devenu banal de parler de la richesse du continent africain en roches alcalines, mais il est intéressant de noter que tous les gisements de roches quartzifères à pyroxène et amphibole sodiques, qui y sont connus depuis peu, sont localisés dans deux provinces pétrographiques distinctes.

L'une d'elles est constituée par la région du Tchad, sur laquelle des notions précises viennent seulement de nous être rapportées. Aux roches

de Gouré et de Zinder, il faut ajouter les granites à ægyrine trouvés par M. Foureau dans l'Aïr, à environ 600^{km} plus au nord. Toutes ces roches, d'âge probablement ancien, constituent des massifs ou des filons au milieu de schistes cristallins; de petits échantillons de micaschistes et de gneiss à pyroxène ont été trouvés à Gouré en même temps que les microgranites. Les rhyolites à ægyrine, recueillies par MM. Foureau, Lacoin et par la mission Chari-Tchad, à l'Hadjer-el-Hamis, sur la rive sud du Tchad, et celles rapportées par le capitaine Lenfant de M'Bourao (lit du Mayo-Kebbi, affluent de la Bénoué) constituent la forme d'épanchement du même magma. Ces divers gisements sont compris entre les 6° et 12° de longitude est, le 9° et le 19° de latitude nord. Toutes les roches éruptives qui ont été rapportées du voisinage de la région ainsi délimitée, notamment, à l'ouest, des bords du Niger et, à l'est (mission Chari-Tchad), du Baguirmi, du Dar-Rounga et du Dar-Banda, sont constituées par des granites, très différents des précédents et appartenant à la série alcalino-calcique.

Une seconde province pétrographique (1) qui renferme des roches quartzifères ressemblant à celles du Tchad, mais accompagnées de types alcalins non quartzifères et de basaltes, se développe à 2000^{km} plus à l'est, dans l'Abyssinie et les régions voisines. En effet, c'est presque sur le même parallèle que Zinder, dans le Tigré, aux environs d'Adoua et d'Axoum, que se trouvent les paisanites analysées par M. Prior.

En outre, de nombreuses roches d'épanchement, parmi lesquelles s'en trouvent de comparables ou d'identiques à celles d'el Hamis, abondent dans le désert Somali-Dankali, le Choa et les plateaux Gallas. Enfin des rhyolites à riebeckite ont été signalées beaucoup plus au sud, au lac Naivasha au sud-sud-ouest du mont Kénia.

En terminant, je signale aux futurs explorateurs de l'Afrique centrale l'intérêt que présente dans cette région la récolte d'échantillons des roches les plus communes telles que les granites, trop souvent négligées comme d'intérêt médiocre : ce sont elles qui permettront de délimiter et de faire connaître d'une façon plus complète la nouvelle province pétrographique qui vient d'être spécifiée. Il serait à cet égard particulièrement

(1) L'île de Socotra, où la riebeckite a été découverte pour la première fois (dans un granite), se rattache à cette province qui se prolonge au delà de la mer Rouge, dans l'Yemen. J'ai montré d'autre part antérieurement que les granites à ægyrine et à riebeckite abondent à Madagascar.

intéressant de connaître la constitution minéralogique de la région comprise entre l'Ouadaï et le Nil, région qui sépare l'une de l'autre les deux provinces pétrographiques dont il est question dans cette Note.

M. H. Poincaré fait hommage à l'Académie du premier volume d'un Ouvrage où il rassemble les *Leçons de Mécanique céleste* qu'il a professées à la Sorbonne.

Ce livre ne fait double emploi ni avec l'Ouvrage du même auteur sur *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, ni avec le *Traité de Mécanique céleste* de Tisserand.

Dans *Les Méthodes nouvelles*, l'auteur s'était placé le plus souvent au point de vue du géomètre et avait recherché la parfaite rigueur analytique; l'approximation était ainsi poussée beaucoup plus loin que ne l'exige la pratique; on insistait à peine d'autre part sur les résultats anciens, regardés comme connus, de sorte que l'Ouvrage ne pouvait convenir au débutant et n'était accessible qu'au lecteur déjà familier avec la Mécanique céleste.

Dans son nouvel Ouvrage, M. Poincaré s'est efforcé avant tout au contraire de réduire les méthodes nouvelles à ce qui peut être immédiatement utile et de les rattacher aux méthodes anciennes en montrant comment elles sont logiquement et historiquement sorties de l'œuvre immortelle des fondateurs de la Mécanique céleste.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Fouqué*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Michel Lévy obtient.	47 suffrages
M. Cayeux »	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 39,

M. Cayeux obtient . . . . 39 suffrages

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **Michel Lévy**.
En seconde ligne . . . . M. **Cayeux**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

La bobine d'induction, par M. H. Armagnat. (Présenté par M. E. Mascart.)

M. **Borel** (**Émile**), M. **Fabre** (**J.-H.**), M. **Richard** (**Gustave**) adressent des remercîments à l'Académie pour la distinction dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles*. Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. P. Painlevé.

I. De même qu'en Mécanique, une théorie préliminaire des vecteurs permet d'éviter la répétition des mêmes démonstrations sur les forces, les moments, les vitesses, etc.; de même, il y aurait avantage à détacher des théories sur les ensembles de points, de fonctions, de lignes, etc. et sur les opérations fonctionnelles définies dans ces ensembles, les propriétés qui leur sont communes. Mais il est indispensable, dans ce but, d'introduire, en outre de la notion de *puissance*, la notion de *limite* sans spécifier la nature des éléments auxquels elle s'applique. C'est de cette manière qu'on peut arriver (voir les *Comptes rendus*, 21 novembre 1904) à la généralisation d'un théorème fondamental de Weierstrass sur les fonctions continues.

Cette extension ne suppose rien sur la définition du mot limite, si ce n'est

que cette définition répond (comme dans les cas classiques) aux deux conditions suivantes : 1° si A_1, A_2, ..., A_n ... sont des éléments identiques à un même élément A, la suite a pour limite A; 2° si la suite A_1, A_2, ..., A_n, ... a une limite A, toute suite d'éléments contenus dans la première et pris dans le même ordre a la même limite. On peut se demander s'il y aurait lieu d'ajouter à ces deux conditions la suivante (qui constitue une des propriétés les plus importantes des ensembles de points) : « *Tout ensemble dérivé est fermé.* » Ou bien cette condition ne résulte-t-elle pas des deux premières? La réponse à cette double question est négative; il suffit, pour le voir, de montrer que cette propriété se trouve en défaut lorsqu'on l'applique à l'une des définitions classiques de la limite. C'est, en effet, ce qui a lieu quand on prend pour éléments les fonctions réelles définies dans un même intervalle, et quand on adopte la définition classique de la limite (*non nécessairement uniforme*). Par exemple, à ce point de vue, l'ensemble dérivé de l'ensemble des polynomes n'est pas fermé. Ainsi, soit une suite infinie de fonctions distinctes $f_1, f_2, \ldots, f_n, \ldots$ qui tendent vers une fonction $f(x)$, chacune de ces fonctions $f_n(x)$ étant elle-même limite d'une suite infinie $f_n^{(1)}, f_n^{(2)}, \ldots, f_n^{(p)}, \ldots$, et toutes les fonctions $f(x)$, $f_n(x)$, $f_n^{(p)}(x)$ étant supposées uniformes dans un même intervalle (a, b) : *on ne peut généralement pas trouver parmi les fonctions f_n^p une suite infinie $f_n^{p_1}, \ldots, f_{n_i}^{p_i}, \ldots$ qui ait pour limite f.*

II. Cette remarque donne de l'intérêt à la proposition à laquelle je suis arrivé, d'après laquelle : *lorsque les fonctions précédentes f, f_n, f_n^p sont mesurables, on peut cependant trouver parmi les fonctions f_n^p une suite infinie $f_{n_1}^{p_1}, f_{n_2}^{p_2}, \ldots, f_{n_i}^{p_i}, \ldots$ qui tend vers f en tous les points de (a, b), sauf en un ensemble de mesure nulle.*

Comme corollaire, on voit que *toute fonction pouvant rentrer dans la classification de M. Baire est la somme d'une série de polynomes, sauf en un ensemble de mesure nulle.*

III. *Les opérations fonctionnelles.* — En revenant à la considération des opérations fonctionnelles continues, définies (voir la Note déjà citée) dans un ensemble fermé d'éléments *quelconques,* on peut encore ajouter d'autres généralisations de théorèmes connus. Ainsi, appelons *ensemble continu* tout ensemble fermé E, tel que, étant donnés deux éléments quelconques A, B de E, on puisse trouver un ensemble E_{AB} contenu dans E, renfermant A, B et qui corresponde univoquement aux points de l'intervalle (0, 1) de façon que, si dans cet intervalle la suite de points $x_1, x_2, \ldots, x_n$ a une limite x, les éléments correspondants de E_{AB} tendent vers l'élément cor-

respondant à x. Ceci étant, *toute opération fonctionnelle continue dans un ensemble* continu *prend au moins une fois dans cet ensemble chacune des valeurs comprises entre deux quelconques des valeurs qu'elle y prend.*

Une autre proposition nécessite pour sa démonstration d'importantes modifications au raisonnement qu'on emploie dans le cas particulier des fonctions d'une variable, afin de se passer de l'emploi des intervalles. C'est la suivante : *la condition nécessaire et suffisante pour qu'une série d'opérations fonctionnelles continues* $U^{(1)}, \ldots, U^{(n)}, \ldots$ (*définies dans un ensemble compact et fermé* E *d'*éléments quelconques) *ait pour somme une opération* U continue *dans cet ensemble, est que cette série converge* quasi uniformément *dans cet ensemble.* Nous disons que la série converge quasi uniformément vers U dans E si : 1° elle converge vers U en tout élément de E; 2° étant donnés deux nombres positifs ε et N, on peut trouver $N' \geqq N$ tel que, en tout élément A de E, on puisse choisir un entier n_A compris entre N et N' pour lequel on ait

$$|U_A - [U_A^{(1)} + U_A^{(2)} + \ldots + U_A^{(n_A)}]| < \varepsilon.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact.* Note de M. S. **Lattès**, présentée par M. P. Painlevé.

1. Je me suis proposé de déterminer les courbes et les surfaces invariantes par une substitution à trois variables et passant par un point double de la substitution. Dans le domaine d'un tel point, la substitution se ramène à la forme

$$(1)\quad X = S_1 x + F(x, y, z), \qquad Y = S_2 y + \Phi(x, y, z), \qquad Z = S_3 z + \Theta(x, y, z),$$

S_1, S_2, S_3 étant les racines supposées distinctes de l'équation en S et F, Φ, Θ, trois fonctions que je suppose holomorphes. En se bornant aux courbes analytiques, c'est-à-dire telles que deux des coordonnées x, y, z soient des fonctions holomorphes de la troisième, on obtient le résultat suivant :

Si S_1, S_2, S_3 *sont différents de* 0 *et de* 1 *et si aucune des racines* S_1, S_2, S_3 *n'est une puissance entière d'une autre racine, il existe trois courbes analytiques invariantes, et trois seulement, passant par le point double.*

En cherchant de même une surface analytique invariante, on démontre la proposition suivante :

Si S_1, S_2, S_3 *sont différents de* 0 *et de* 1 *et si aucune des racines n'est égale*

au produit de deux puissances entières des deux autres racines, il existe trois surfaces analytiques invariantes passant par le point double, quand 1 *n'est pas compris entre le plus grand et le plus petit des nombres* $|S_1|$, $|S_2|$, $|S_3|$, *et une surface invariante dans le cas contraire.*

Dans le premier cas, les trois surfaces obtenues sont les seules surfaces analytiques invariantes passant par le point double; je ne puis rien affirmer dans le second cas.

Les résultats précédents généralisent une proposition établie par M. Poincaré pour une substitution à deux variables [1].

L'analogie de ces résultats avec ceux relatifs aux courbes définies par des équations différentielles, dans le domaine d'un point singulier, peut s'expliquer en considérant la substitution

$$(2) \quad X = x + (S_1 x + \ldots)\delta t, \quad Y = y + (S_2 y + \ldots)\delta t, \quad Z = z + (S_3 z + \ldots)\delta t.$$

Les équations fonctionnelles définissant les courbes ou les surfaces invariantes par (2) deviennent, lorsque δt tend vers zéro, des équations différentielles. Dans cet ordre d'idées, j'énoncerai encore le résultat suivant :

Si $|S_1|$, $|S_2|$, $|S_3|$ sont tous trois plus grands (ou plus petits) que 1, toute courbe, *analytique ou non,* invariante par (1) est définie par des équations de la forme

$$F_1^{\frac{1}{\log S_1}} \omega_{\log S_1}(\log F_1) = F_2^{\frac{1}{\log S_2}} \omega_{\log S_2}(\log F_2) = F_3^{\frac{1}{\log S_3}} \omega_{\log S_3}(\log F_3),$$

où F_1, F_2, F_3 sont trois fonctions de x, y, z holomorphes et nulles à l'origine et $\omega_a(x)$ une fonction périodique arbitraire de période a. Lorsque la substitution (1) devient (2), on retrouve, en faisant tendre δt vers zéro, un résultat bien connu de l'étude des équations différentielles.

2. Soit maintenant à trouver une courbe invariante par une transformation de contact :

$$(3) \quad X = f(x, y, y') \quad Y = \varphi(x, y, y'), \quad Y' = \theta(x, y, y')$$

et passant par un élément double de cette transformation. Ce problème se ramène à l'un des précédents. Si l'on remplace dans la transformation (3) y' par z, elle devient une substitution à trois variables

$$(4) \quad X = f(x, y, z), \quad Y = \varphi(x, y, z), \quad Z = \theta(x, y, z).$$

---

[1] Poincaré, *Sur les courbes définies par des équations différentielles* (*Journal de Liouville*, 1886, p. 193).

Soit $y = \psi(x)$ l'équation d'une courbe invariante par (3): on en déduit une courbe $y = \psi(x)$, $z = \psi'(x)$ invariante par (4). Réciproquement, si l'on a obtenu une courbe analytique $y = \psi(x)$, $z = \chi(x)$ invariante par (4), la courbe $y = \psi(x)$ est-elle invariante par (3), autrement dit la fonction $\chi(x)$ est-elle la dérivée de $\psi(x)$? Il est facile de voir que cette condition n'est satisfaite que par deux des trois courbes invariantes et non pas par la troisième. La transformation (4) peut en effet se ramener à la forme

$$X = f(x, y, z) = ax + by + cz + \ldots, \qquad Y = \varphi(x, y, z) = By + \ldots,$$
$$Z = \alpha x + \beta y + \gamma z + \ldots.$$

Pour deux des trois courbes invariantes, on a $y'_0 = 0$. Or, la transformation (4) provenant d'une transformation de contact, on a, pour tout point (x, y, z) d'une courbe invariante, les égalités

$$Z = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} z + \frac{\partial \varphi}{\partial z} z'}{\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} z + \frac{\partial f}{\partial z} z'}, \qquad Y' = \frac{\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} y' + \frac{\partial \varphi}{\partial z} z'}{\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} y' + \frac{\partial f}{\partial z} z'}.$$

De ces égalités et de celles qui s'en déduisent par dérivation on tire (en remplaçant x, y, z et y'_0 par zéro): $y'_0 = z_0$, $y''_0 = z'_0$, $\ldots$, $y_0^{(p)} = z_0^{(p-1)}$ et la fonction z est bien la dérivée de y. Pour la troisième courbe invariante, au contraire, y'_0 n'est pas nul et cette propriété n'est plus vérifiée. Ainsi:

Par un élément double d'une transformation de contact passent en général deux courbes invariantes par la transformation.

Les fonctions $y = \psi(x)$ ainsi déterminées vérifient les deux équations fonctionnelles :

$$(5) \qquad \psi[f(x, \psi, \psi')] = \varphi(x, \psi, \psi'),$$
$$(6) \qquad \psi'[f(x, \psi, \psi')] = \theta(x, \psi, \psi').$$

Si une fonction vérifie l'équation (5), on en conclut, en dérivant cette équation, qu'elle vérifie aussi, soit l'équation (6), soit l'équation

$$\frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} y' + \frac{\partial f}{\partial y'} y'' = 0.$$

Dans une Note présentée à l'Académie (30 novembre 1903), j'ai signalé des solutions de l'équation (5) et j'observais que les courbes obtenues n'étaient pas à proprement parler des courbes invariantes : elles vérifient l'équation (5), mais non l'équation (6).

La recherche des courbes invariantes par polaires réciproques par rapport à la conique $2y - x^2 = 0$ conduit à deux équations de la forme (5) et (6). La solution générale de ces équations est la suivante :

$$x = F(t) + \Phi(t), \qquad y = \frac{F^2(0)}{2} + \int_0^t [F(t) - \Phi(t)][F'(t) + \Phi'(t)]\, dt,$$

$F(t)$ étant une fonction *paire* arbitraire et $\Phi(t)$ une fonction *impaire* arbitraire du paramètre t.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les sous-groupes invariants d'indice p^2.* Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. Jordan.

Soit G un groupe quelconque contenant un sous-groupe invariant (H) d'indice p^2, p étant un nombre premier quelconque. Puisque le groupe $\frac{G}{H}$ est abélien, H comprend le sous-groupe commutateur ([1]) de G. Il comprend également la puissance p^2 de chaque opération de G. Donc le plus grand sous-groupe (H′) de G, lequel est commun à tous ses sous-groupes invariants d'indice p^2, contient tous les commutateurs de G aussi bien que la puissance p^2 de chaque opération. De ceci il résulte que $\frac{G}{H'}$ est un groupe abélien ne renfermant aucune opération dont l'ordre excède p^2.

Chaque sous-groupe invariant d'indice p^2 contenu dans G correspond à un sous-groupe d'indice p^2 contenu dans $\frac{G}{H'}$, et *vice versa*. Le nombre de ces derniers est égal au nombre de sous-groupes d'ordre p^2 dans $\frac{G}{H'}$ ([2]). Nous déterminons d'abord la forme de ce nombre.

Soit p^n l'ordre de $\frac{G}{H'}$. Lorsque n est pair, le nombre des invariants de ce groupe est $\frac{n}{2} + \alpha\left(0 \leqq \alpha \leqq \frac{n}{2}\right)$. Si n est impair le nombre de ses invariants est $\frac{n+1}{2} + \alpha$. Dans le premier cas, le nombre de sous-groupes invariants d'indice p^2 contenus dans G est

$$\frac{\left(p^{\frac{n}{2}+\alpha} - 1\right)\left(p^{\frac{n}{2}+\alpha-1} - 1\right)}{(p^2-1)(p-1)} + \frac{p^{\frac{n}{2}+\alpha-1}\left(p^{\frac{n}{2}-\alpha} - 1\right)}{p-1}.$$

(1) *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXVIII, 1896, p. 266.

(2) Weber, *Lehrbuch der Algebra*, t. II, 1899, p. 56.

Dans le dernier cas, ce nombre est

$$\frac{\left(p^{\frac{n+1}{2}+\alpha}-1\right)\left(p^{\frac{n+1}{2}+\alpha-1}-1\right)}{(p^2-1)(p-1)}+\frac{p^{\frac{n+1}{2}+\alpha-1}\left(p^{\frac{n-1}{2}-\alpha}-1\right)}{p-1}.$$

Dans les deux cas, ce nombre est

$$a_0+a_1p+a_2p^2+\ldots+a_\beta p^\beta+\ldots$$

où les coefficients satisfont aux conditions suivantes : $a_\beta \leqq \frac{\beta}{2}+1$; si $a_\beta=0$, il faut que $a_{\beta+1}=0$; et si a_β est le plus grand nombre entier qui n'excède pas $\frac{\beta}{2}+1$, il suit que $a_{\beta-1}$ est le plus grand nombre entier qui n'excède pas $\frac{\beta-1}{2}+1$.

On peut déduire des conditions précédentes des formules importantes sur les nombres de sous-groupes invariants d'indice p^2 contenus dans G. Les plus utiles sont les suivantes : si G contient plus d'un sous-groupe invariant d'indice p^2, le nombre de ces sous-groupes est $\equiv 1+p \bmod p^2$. Si G contient plus de $1+p+2p^2$ sous-groupes invariants d'indice p^2, leur nombre est $\equiv 1+p+2p^2 \bmod p^3$.

MÉCANIQUE. — *Au sujet de la déviation des corps dans la chute libre.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Léauté.

Dans la chute libre les corps ont, comme on sait, une déviation vers l'est qui est donnée par la formule

$$y=\tfrac{1}{3}\omega g t^3\cos\lambda.$$

Mais beaucoup d'auteurs disent que, si l'on pousse l'approximation plus loin, on obtient une déviation vers le sud, donnée par la formule

$$x=\omega^2\sin\lambda\cos\lambda\,\frac{gt^4}{6};$$

or ceci n'est pas exact. L'erreur provient de deux causes :

1° De ce que l'on a négligé la variation de la force centrifuge pendant la chute du corps;

2° De ce que l'on a également négligé la variation de l'attraction en grandeur et direction pendant la chute [1].

Si l'on veut tenir compte de ces deux causes, et en supposant d'abord la terre sphérique et homogène, on est conduit à distinguer deux cas :

1° La chute a lieu dans un puits; on trouve alors une déviation vers le *sud* exprimée par la formule

$$x = \tfrac{1}{8}\omega^2 \sin\lambda \cos\lambda\, g t^4,$$

donc égale au $\frac{3}{4}$ de celle indiquée habituellement.

2° La chute a lieu du haut d'une tour; dans ce cas on trouve une déviation vers le *nord* exprimée par la formule

$$x = -\tfrac{1}{8}\omega^4 \sin^3\lambda \cos\lambda\, R t^4,$$

où R désigne le rayon de la terre. De plus ces deux déviations sont mesurées par rapport à la verticale du point de départ, qui fait avec celle du point d'arrivée un angle de l'ordre de ω^2.

Cette déviation vers le nord est beaucoup plus faible que celle vers le sud, donnée pour le cas précédent.

Dans ce qui précède nous avons supposé la Terre sphérique; il y a lieu toutefois de remarquer que l'influence de la forme ellipsoïdale de la Terre introduit des termes de l'ordre de ω^2 dans l'expression de la déviation.

Si l'on assimile la Terre à un ellipsoïde de révolution homogène aplati dont le demi-grand axe serait a et le demi-petit axe b et si l'on pose de plus

$$a^2 - b^2 = c^2, \qquad k = \frac{c}{b},$$

on a, par rapport à la verticale du point de départ, une déviation toujours vers *le sud* dont la partie principale est donnée, *pour la chute dans un puits*, par la formule

$$x = \frac{1}{8} g \omega^2 t^4 \sin\lambda \cos\lambda \left(1 - \frac{g k^2}{5 b \omega^2}\right),$$

et, pour la chute *du haut d'une tour*, par la formule

$$x = \frac{1}{40} \frac{g k^2}{b} \sin\lambda \cos\lambda.$$

Si l'on introduisait la hauteur de chute h, la première de ces formules deviendrait

$$x = \frac{1}{2} \frac{\omega^2 h^2}{g} \sin\lambda \cos\lambda \left(1 - \frac{g k^2}{5 b \omega^2}\right)$$

---

[1] L'attraction fait avec la verticale un angle, par suite duquel la direction de l'attraction varie pendant la chute.

et la deuxième

$$x = \frac{h^2 k^2}{10 b} \sin\lambda \cos\lambda.$$

On peut remarquer que cette dernière déviation vers le sud est, avec les valeurs de a et b correspondant à la forme de la Terre, plus de 100 fois plus forte que celle vers le nord que l'on obtient pour la Terre supposée sphérique.

Toutes ces déviations sont d'ailleurs beaucoup trop petites pour être constatées par l'expérience; la plus forte d'entre elles serait à peine de $\frac{1}{10}$ de millimètre pour une chute de 1000^m.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule fondamentale de la théorie cinétique.* Note de M. P. LANGEVIN, présentée par M. Mascart.

I. La seule méthode rigoureuse en théorie cinétique des gaz est la méthode dynamique introduite par Maxwell et développée par Kirchhoff, à laquelle M. Boltzmann consacre une partie importante de ses *Leçons sur la théorie des gaz* (1).

Malheureusement elle conduit à des calculs d'une extrême complexité que Maxwell n'a poussés jusqu'au bout que dans le cas où les molécules se repoussent en raison inverse de la cinquième puissance de la distance, grâce à une simplification considérable qu'introduit cette loi particulière d'action. Les résultats qu'il obtint ne s'accordent pas cependant avec les faits expérimentaux; la loi d'action qu'il y a lieu d'admettre entre les molécules n'est pas celle qui conduit aux calculs les plus simples. Et pour cette seule raison *il est essentiel de pouvoir prolonger la méthode dynamique dans le cas d'une loi d'action quelconque.*

De plus, la méthode ordinairement suivie, celle de Clausius ou des chemins de libre parcours, a l'avantage d'être concrète, tangible, et de permettre, sans trop d'efforts analytiques, de pénétrer dans le détail des phénomènes de diffusion, de frottement intérieur, de conductibilité calorifique ou électrique, mais elle n'est applicable que dans le cas où l'on assimile les molécules à des solides élastiques, n'exerçant d'action mutuelle qu'au contact et encore conduit-elle à des résultats suspects parce qu'elle ne tient pas compte des conditions dynamiques dans lesquelles se produisent les chocs : c'est une méthode essentiellement statistique, où l'on évalue le nombre total des chocs, en faisant jouer à tous le même rôle, que la perturbation apportée par eux dans le mouvement des molécules soit importante ou légère.

---

(1) L. BOLTZMANN, *Théorie des gaz*, traduction française de MM. GALLOTTI et BÉNARD (Paris, Gauthier-Villars, 1902-1904).

II. Je suis parvenu à résoudre complètement par la méthode de Maxwell le problème de la diffusion de deux gaz l'un dans l'autre en supposant une loi quelconque d'action entre les molécules des deux gaz et à obtenir, pour le coefficient de diffusion mutuelle ou pour la mobilité relative sous l'action de forces extérieures, une formule générale ne faisant intervenir qu'une intégration graphique analogue à celle effectuée par Maxwell dans le cas particulier qu'il a traité. Ce calcul graphique devient inutile si les molécules sont des sphères élastiques.

III. Dans ce dernier cas, il est intéressant de comparer au résultat de la méthode de Clausius la formule exacte à laquelle j'aboutis pour le coefficient de diffusion d'un gaz dont les molécules ont la masse m_1 dans un gaz de molécules m en nombre égal à M par unité de volume, σ étant la somme des rayons de deux molécules m et m_1 et h une constante inversement proportionnelle à la température absolue, la même pour tous les gaz et égale aux trois quarts de l'inverse de l'énergie cinétique moyenne d'une molécule :

$$D = \frac{3}{16\sigma^2 M \sqrt{\dfrac{\pi h m m_1}{m + m_1}}}.$$

M. Boltzmann [1] déduit de la méthode de Clausius une formule qui prend une forme analogue à celle-ci dans le cas seulement où le gaz m_1 est rare par rapport au gaz m et qui devient alors

$$D_0 = \frac{2}{3\pi\sigma^2 M \sqrt{\pi h (m + m_1)}}.$$

En dehors du coefficient numérique, sans grande importance, les deux formules diffèrent surtout par la substitution de $\frac{m m_1}{m + m_1}$ à $m + m_1$, de sorte que la méthode des libres parcours conduit à un coefficient beaucoup trop faible dans le cas où les molécules m et m_1 sont très différentes, le raisonnement purement statistique étant particulièrement faux dans ce cas.

IV. La formule générale permet, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer les intégrations graphiques correspondantes, de montrer que le coefficient de diffusion sous pression constante varie avec la température absolue T

(1) L. Boltzmann, *Théorie des gaz*, trad. franç., t. I, p. 90.

comme

$$T^{\frac{3}{2}+\frac{2}{n}}$$

si les molécules se repoussent en raison inverse de la $n+1^{\text{ième}}$ puissance de la distance. Cette loi comprend comme cas particulier le résultat de Maxwell en T^2 dans le cas de la cinquième puissance et celui $T^{\frac{3}{2}}$ relatif aux chocs élastiques, assimilables à une action suivant une puissance infinie au moment du choc. La loi expérimentale de variation donne l'exposant 1,70 environ, intermédiaire entre $\frac{3}{2}$ et 2, qui correspondrait à la dixième puissance si une loi aussi simple était valable à toute distance.

V. Le problème qui m'a conduit à rechercher la solution générale est celui du déplacement dans un gaz de centres électrisés qui attirent les molécules neutres à cause de la polarisation diélectrique de celles-ci (¹), avec possibilité de chocs élastiques si le contact direct se produit entre le centre électrisé et la molécule. L'application de la formule générale à cette loi d'action complexe nécessite des calculs numériques très étendus, pour lesquels M. Moulin a bien voulu m'aider et qui conduisent aux résultats suivants :

1° A la température ordinaire, l'attraction des molécules neutres est insuffisante pour expliquer la faible mobilité des ions; dans l'air sec, il y a lieu d'admettre pour les ions négatifs un diamètre sensiblement double et pour les positifs un diamètre sensiblement triple de celui des molécules; cette différence correspondant bien à l'extrême petitesse des corpuscules cathodiques, centres des ions négatifs, par rapport aux centres positifs, de la grosseur des molécules. Une seule couche de molécules neutres maintenues par attraction électrostatique autour de chacun de ces centres représente bien le résultat obtenu pour la grosseur des ions.

2° Dans les flammes, où la mobilité des charges négatives est beaucoup (environ trente fois) plus grande que celle des charges positives, et où probablement les agglomérations n'existent pas à cause de la température élevée, l'application de la formule générale permet de calculer, en partant des mobilités expérimentales, la masse des ions par rapport à celle des molécules. *On trouve ainsi pour les centres négatifs une masse environ mille fois inférieure et pour les positifs une masse égale à celle de l'atome d'hydro-*

(¹) P. LANGEVIN, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 317.

gène, en conformité complète avec les résultats relatifs aux rayons cathodiques ou aux rayons de Goldstein.

La plus grosse partie de la conductibilité des flammes est ainsi due à la présence de particules cathodiques libres provenant de la dissociation corpusculaire spontanée (¹), *dans le volume de la flamme, d'un certain nombre de molécules sous l'action de la température élevée.*

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la conductibilité des diélectriques au moyen des gaz ionisés.* Note de M. CHARLES NORDMANN, présentée par M. Lœwy.

Dans toutes les méthodes employées jusqu'ici pour la mesure de la résistance des isolants, on soumettait ceux-ci à une différence de potentiel donnée et l'on étudiait à l'aide soit d'un galvanomètre très sensible, soit d'un électromètre pour les isolements très grands, l'intensité du courant de charge produit par cette différence de potentiel.

Le procédé que je vais décrire est basé sur un principe entièrement différent : il consiste à fournir à l'une des faces a du diélectrique (dont l'autre b est à la terre) des quantités constantes et connues d'électricité dans l'unité de temps et à observer électrométriquement le potentiel variable de cette face a.

Soient Q la quantité constante d'électricité ainsi fournie à a, E le potentiel de a, R la résistance du diélectrique, C la capacité de l'appareil et de ses connexions électrométriques. On peut écrire que l'augmentation de charge de l'appareil dans le temps dt est égale à la quantité connue d'électricité qu'il a reçue dans ce temps moins la perte au sol à travers la résistance

$$C\,dE = Q\,dt - \frac{E}{R}\,dt \qquad \text{d'où} \qquad R = \frac{E}{Q\left(1 - e^{-\frac{t}{CR}}\right)} \ (^2);$$

expression qui au bout d'un temps très court (moins d'une minute quand R est de l'ordre de 10^{11} ohms ou plus petit, et C de l'ordre de 10^{-4} microfarad) se réduit à $R = \frac{E}{Q}$.

(¹) P. LANGEVIN, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 360.

(²) C'est précisément la relation que j'ai utilisée dans le principe de l'ionographe (voir *Comptes rendus*, 14 juin et 20 juin 1904); mais dans cet appareil, contrairement à ce qui se passe ici, R est donné et c'est Q qui est l'inconnue.

Le potentiel reste donc stationnaire quand il a atteint la valeur $E = QR$.

Réalisation et limites d'application de la méthode. — L'une des armatures d'un condensateur à air étant isolée et réunie à la face *a* du diélectrique, on ionise à l'aide d'un échantillon radifère d'activité constante l'air situé entre les deux armatures et l'on porte la seconde à l'aide de piles de charge à un potentiel suffisant pour produire le courant de saturation entre les armatures. Sous l'influence du champ existant entre celles-ci, *a* recueille par seconde une quantité Q d'électricité qui dépend de l'activité de l'échantillon radifère employé et des dimensions du condensateur. Avec les échantillons les plus actifs Q est de l'ordre de 10^{-8} coulomb par seconde; pour avoir de très petites valeurs de Q on peut utiliser l'ionisation spontanée de l'air atmosphérique en vase clos (on utilise alors un condensateur cylindrique fermé) qui donne des valeurs de Q de l'ordre de 10^{-14} coulomb-seconde et qui varie très peu d'une heure à l'autre. Entre ces limites on peut avoir toute une échelle de valeurs intermédiaires de Q, en se servant de deux ou trois échantillons radifères d'activités décroissantes; avec un seul échantillon on peut avoir une série de valeurs de Q très étendue; il suffit pour cela d'utiliser l'échantillon en le plaçant dans un petit récipient en plomb épais ouvert d'un côté; sur ce côté on place des écrans métalliques d'épaisseurs variables qui ne laissent passer que la fraction que l'on veut de l'activité du rayonnement.

Supposons par exemple que l'on opère avec un électromètre de sensibilité moyenne dont l'échelle permet les lectures exactes de 0,01 à 1 volt. On produit alors une ionisation du gaz correspondant à une valeur de la limite $E = QR$ comprise entre 0,01 et 1 volt et de la formule $R = \frac{E}{Q}$ on déduit la résistance à mesurer R, connaissant E donné par l'électromètre, et Q qui est donné par une mesure directe suivant la méthode ordinaire.

Puisque les valeurs réalisables de Q sont comprises entre 10^{-8} et 10^{-14} coulomb, les valeurs mesurables de R sont comprises entre 10^6 et 10^{14} ohms, c'est-à-dire varient dans le rapport de 1 à 10^8. Les résistances spécifiques mesurables sont réparties sur une échelle encore plus considérable, car on peut employer la substance sous forme de plaques très minces et de grande surface ou sous forme de fil étroit et long.

Les résultats des mesures que j'ai faites de cette manière, sur divers isolants industriels, seront publiés ultérieurement. Tel qu'il est exposé plus haut le procédé s'applique aux corps dont la conductibilité a une valeur définie.

Cette méthode permet d'aborder d'un point de vue nouveau, comme je le montrerai prochainement, une question pendante, à savoir : si l'isolement variable avec le temps de certains diélectriques provient d'une variation de leur pouvoir inducteur apparent, ou d'une modification réelle de leur résistivité.

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de la vapeur d'eau sur la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Troost.

Depuis l'apparition du travail de M. Gayley sur l'emploi de l'air sec dans les hauts fourneaux, les ingénieurs métallurgistes français restent un peu sceptiques quant aux résultats annoncés. L'explication rationnelle de l'économie de combustible provenant de l'emploi d'air sec a déjà fait l'objet de quelques Mémoires, dans lesquels on n'a malheureusement pu discuter que sur des hypothèses; mais si M. le professeur Le Chatelier, dans la *Revue de Métallurgie*, constate qu'il serait très onéreux de réaliser une expérience de contrôle dans les conditions où ont été effectuées les essais de M. Gayley, il pense, au contraire, qu'il serait facile d'instituer des expériences de laboratoire ayant pour objet d'étudier les conditions d'équilibre de l'oxyde de carbone avec le carbone et le minerai de fer ou de la vapeur d'eau avec le sulfure de calcium, et que ces expériences pourraient peut-être jeter un jour nouveau sur la question.

C'est guidé par ces conditions que j'ai recherché quelle pourrait être l'influence de la vapeur d'eau dans les phénomènes de réduction des oxydes de fer.

Les travaux de Lowthian Bell, Grüner, Deville, Debray, Tissandier et M. Moissan sur cette question sont bien connus; mais ces savants semblent n'avoir opéré qu'avec des gaz secs. En particulier M. Moissan indique que, pour avoir le métal par réduction de l'oxyde de fer à la température du ramollissement du verre, il faut employer un gaz parfaitement desséché à cause des actions secondaires.

Dans une première série d'expériences j'ai fait passer le mélange à volumes égaux d'anhydride carbonique et d'oxyde de carbone, tel qu'il résulte de la décomposition de l'acide oxalique par l'acide sulfurique, sur du sesquioxyde de fer. Les gaz étaient desséchés par leur passage à travers l'acide sulfurique, ou bien ils étaient saturés de vapeur d'eau à la température du laboratoire par barbotage dans un flacon laveur. L'oxyde ferrique, placé dans une nacelle de porcelaine, était pesé avant et après l'expérience, et la perte de poids observée permettait de mesurer l'action réductrice des gaz. La nacelle était chauffée à l'aide d'un four à résistance électrique dont on mesure la température au moyen d'un couple thermoélectrique. Chaque essai avait une durée d'une heure, et la vitesse de débit des gaz était d'environ 6^l à l'heure. On laissait refroidir dans une atmosphère réductrice.

Voici les résultats obtenus, les nombres indiquant la perte centésimale observée par rapport au poids initial d'oxyde de fer employé :

Températures.	Perte pour 100 du poids de Fe^2O^3.	
	$CO + CO^2$ secs.	$CO + CO^2$ humides.
400°	0,87	0,45
550°	4,3	3,8
800°	4,0	2,65
925°	5,6	4,4
1050°	6,5	6,9

La perte théorique d'oxygène de Fe^2O^3 pour Fe^3O^4 est 3,33 pour 100; celle de Fe^2O^3 pour FeO est 10 pour 100 et celle de Fe^2O^3 pour Fe est 30 pour 100. Le produit obtenu est donc un mélange de deux oxydes Fe^3O^4 et FeO; il est attirable par l'aimant.

Dans une deuxième série d'expériences j'ai étudié l'action réductrice de l'oxyde de carbone pur obtenu par la décomposition du formiate de soude sur le protoxyde de fer provenant de la calcination de l'oxalate ferreux. Les essais ont été conduits de la même manière que les précédents; seule la vitesse du courant gazeux a varié : elle n'était que de $4^l,5$ environ à l'heure. Ils ont donné les résultats suivants, les nombres indiquant la perte centésimale observée par rapport au poids initial de protoxyde de fer employé :

Températures.	Perte pour 100 du poids de FeO.	
	CO sec.	CO humide.
850°	15,3	11,0
1050°	21,5	21,5

La perte théorique pour arriver au fer métallique est 22,22 pour 100; à 1050°, la réduction est donc pratiquement complète. Le produit obtenu est très magnétique.

Ces expériences montrent nettement que les gaz réducteurs, à l'état sec, ont une action plus énergique qu'à l'état humide : la différence, qui est importante aux basses températures, devient nulle aux environs de 1000°; le phénomène présente exactement la même allure, qu'il s'agisse de l'action à volumes égaux de CO et CO^2 sur le sesquioxyde de fer, ou de l'action de l'oxyde de carbone sur le protoxyde de fer. Dans les régions les moins chaudes du haut fourneau, avec des gaz secs, il y aura donc une réduction plus complète de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone; comme on sait que la réaction de l'acide carbonique ainsi formé sur le carbone est d'autant moins énergique que la température est plus basse, il en résultera finalement une économie de combustible. Nous devons cependant remarquer que dans le haut fourneau, au niveau des tuyères, la vapeur d'eau se

décompose en hydrogène et oxygène, et nous n'avons pas actuellement de données exactes sur le rôle ultérieur de l'hydrogène qui, en présence de l'acide carbonique, peut régénérer de la vapeur d'eau et de l'oxyde de carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence d'un sulfate vert normal de sesquioxyde de chrome.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Préparation. — Pour continuer mes recherches sur la constitution des sulfates (*Comptes rendus*, 1904), j'ai préparé un sulfate chromique $Cr^2(SO^4)^3$ nouveau et parfaitement défini, en désoxydant une solution d'anhydride chromique refroidie à 0° par la quantité d'acide sulfureux nécessaire. La dissolution verte ainsi obtenue est évaporée dans le vide, puis maintenue dans le vide sec. Elle abandonne ainsi un corps solide, vert foncé, non cristallisé, hygrométrique, dont la composition est $Cr^2(SO^4)^3, 10H^2O$; car $0^g,3725$ de sel renferment 0,0985 Cr^2O^3 et fournissent 0,467 de sulfate de baryte.

Propriétés. — Il est surprenant que l'action du gaz sulfureux sur l'acide chromique ait été si mal étudiée; car le sulfate vert qu'elle fournit est tout aussi normal que le sel violet ordinaire. Tout d'abord il répond à la formule normale $Cr^2(SO^4)^3$; en d'autres termes, tout l'acide est combiné et non juxtaposé à la façon de l'eau de cristallisation, attendu que ses dissolutions diluées ne renferment pas d'acide libre. Même une faible quantité d'eau de baryte ($\frac{1}{18}$ de molécule BaO par molécule de sulfate chromique), ajoutée à une dissolution de ce sel à $\frac{1}{10}$ de molécule ne m'a fourni qu'un dégagement de $27^{Cal},2$ au lieu de $37^{Cal},6$, par molécule, qu'eût exigé l'acide libre, et toute la baryte ajoutée ne se retrouve pas à l'état de sulfate : une partie reste en dissolution à l'état de composé complexe dont la formation précède généralement la précipitation des sels chromiques $Ba(OH)^2$.

La formule brute $Cr^2(SO^4)^3$ étant ainsi légitimée, il me reste à différencier ce corps du composé vert isomère décrit par M. Recoura. Ce dernier, en solutions étendues, reprend assez vite la teinte violette du sulfate ordinaire, et il ne précipite pas par le chlorure de baryum. Au contraire, le nouveau sel vert conserve sa couleur, même au bout d'un an, et il précipite abondamment par les sels barytiques.

Dédoublement. — Ce n'est pas tout : j'ai constaté que la densité des solutions s'abaisse après qu'elles ont été chauffées à 100° : le sel vert initial change donc de composition. Effectivement, ajoutons 1^{mol} de baryte dissoute à 2^{mol} de notre sulfate vert dont la solution (à $\frac{1}{10}$ de molécule par litre) a été préalablement chauffée, puis vivement refroidie. Il se manifeste un dégagement de chaleur compris entre $37^{Cal},6$ et $37^{Cal},8$, avec précipitation de sulfate SO^4Ba pur. Or, une molécule d'acide SO^4H^2 pur dégage $37^{Cal},6$. L'addition d'une nouvelle quantité de baryte en faible quantité

donne ensuite un dégagement moindre. Donc l'ébullition dédouble notre sulfate vert comme les sulfates violets suivant les proportions :

$$(1) \qquad 2\,Cr^2(SO^4)^3 + H^2O = SO^4H^2 + Cr^4O(SO^4)^5.$$

Dans les deux cas, le pentasulfate obtenu est vert, mais il n'est pas identique, car la dissolution issue du sulfate violet retourne assez rapidement à la forme initiale par réaction inverse; tandis que, après 11 mois de contact, la solution provenant du sulfate vert normal reste verte, quoique au même taux que la solution violette et quoique l'acide mis en liberté par l'ébullition soit recombiné, comme l'attestent les mesures thermiques.

Constitution. — L'existence de trois composés de forme $Cr^2(SO^4)^3$ suscite la question fort délicate d'attribuer à chacun d'eux une formule propre, en rapport avec ses propriétés. Ces *formules de constitution,* analogues à celles de la Chimie organique, existent. Celle du sulfate vert normal peut se trouver en appliquant au chrome les méthodes classiques de Gerhardt. Le chrome étant tétravalent dans le sesquichlorure $Cl^3 \equiv Cr - Cr \equiv Cl^3$, la constitution du chlorure de chromyle en rapport avec cette capacité atomique et avec la densité de vapeur est $\begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix}\!>\!Cr\!<\!\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix}$ et celle du chromate de potasse qui en découle est $\begin{matrix} KO \\ KO \end{matrix}\!>\!Cr\!<\!\begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix}$. L'anhydride chromique qui procède de la réaction mutuelle de ces deux corps est alors, non pas CrO^3, mais $O^2 = Cr\!<\!\begin{matrix} O \\ O \end{matrix}\!>\!Cr = O^2$. L'action du gaz sulfureux faisant passer ce corps à l'état de sel chromique (à radical $Cr - Cr$) donne nécessairement, à cause du jeu des valences, le sel

$$SO^4 = Cr \overset{SO^4}{\diagup\!\!\!___\!\!\!\diagdown} Cr = SO^4,$$

que l'eau hydrate de la façon que j'ai indiquée pour les sulfates de zinc et de cuivre.

Cryoscopie. — La forme $Cr^2(SO^4)^3$ est affermie par la cryoscopie, telle que je l'interprète pour les sulfates. En effet, une solution aqueuse, à $\frac{2}{10}$ molécule par litre, de notre sel vert normal, provoque un abaissement de 0°,81. Dans les mêmes conditions, l'acide libre correspondant abaisse le point de congélation de l'eau de 2°,45, soit trois fois 0,81 environ. Ce rapport ne résulte pas d'une simple coïncidence, car notre sulfate, porté à l'ébullition et brusquement refroidi, produit un abaissement cryoscopique de 0°82. Or, l'ébullition dédoublant le sulfate vert conformément à l'équation (1) ci-dessus, le nombre des molécules ne change pas; donc, l'abaissement doit lui-même demeurer constant en dépit de la nature extrêmement différente des nouvelles molécules, si l'abaissement moléculaire d'un sulfate métallique quelconque est le même que celui de l'acide sulfurique, comme je le prétends, et comme l'expérience le montre une fois de plus.

En résumé, la Cryoscopie et la Chimie montrent que le sulfate de chrome résultant de la réduction de l'acide chromique par le gaz sulfureux renferme trois radicaux sulfuriques ($3SO^4$). De plus, ce sel $Cr^2(SO^4)^3, 10H^2O$

est un sulfate vert normal, en tout point comparable au sel violet correspondant. Enfin j'ai pu, en suivant les règles de la Chimie organique, attribuer à ce corps une véritable formule de constitution. Il me reste à chercher s'il existe un radical commun entre les sels verts isomères et à obtenir les autres sels correspondant à ce sulfate.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Séparation de 3 diméthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène.* Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. Haller.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976) j'ai cité les corps nouveaux que j'ai isolés parmi les produits de la réaction due à Friedel et Crafts de CH^2Cl^2 sur le toluène en présence d'$AlCl^3$. J'indiquerai ici les modifications que j'ai dû apporter au mode opératoire de ces auteurs et les méthodes qui m'ont permis de séparer les 3 diméthylanthracènes que j'ai appelés provisoirement A, B et C.

Modifications apportées au mode opératoire de Friedel et Crafts. — 1° J'ai été amené à employer, pour 250^g de toluène et 90^g de CH^2Cl^2, 120^g d'$AlCl^3$ introduits d'un coup au lieu de 59^g en 3 fois comme Friedel et Crafts. Jusqu'à cette proportion l'augmentation d'$AlCl^3$ est favorable à la production d'une plus grande quantité de carbures anthracéniques, mais il n'y a pas lieu de la dépasser. La réaction s'amorce seule en agitant un peu, il faut bientôt même refroidir pour la modérer.

2° Une innovation à laquelle j'attache la plus grande importance, dont j'ai découvert ailleurs le principe et que je crois applicable à toute réaction par $AlCl^3$, consiste à la régler par un bain d'eau, froide au début, que l'on chauffera progressivement, de telle sorte que la température soit *à chaque instant insuffisante pour produire seule un rapide dégagement d'*HCl, qui ne sera obtenu que grâce à une agitation très fréquente, pour ne pas dire continuelle. Si l'on cesse d'agiter, le dégagement gazeux devra se ralentir bientôt, puis s'arrêter pour reprendre par l'agitation. Celle-ci fait-elle dégager trop de gaz, la température est trop élevée. Cette façon d'opérer, dont j'expliquerai ailleurs le mécanisme, est très efficace. Elle permet d'atteindre des rendements élevés et de plus constants. On arrêtera l'opération quand, par l'agitation, il ne se dégagera plus d'HCl à la température de 80°.

3° J'ai enfin amélioré la méthode encore en un point. Friedel et Crafts distillaient toute la masse obtenue par traitement à l'eau du produit de la réaction. Ceci est inutile et mauvais. Après ce traitement, on obtient une bouillie jaune tenant en suspension à l'état de poudre très fine 39^g de carbures anthracéniques et 3^g en dissolution pour les proportions indiquées plus haut. On décante donc l'eau autant que possible, puis on essore le produit à la trompe, ce qui donne un carbure très propre si l'on a soin de le laver au toluène sur le filtre. On distille le reste, soit seulement 3^g sur 42^g de carbures anthracéniques.

Séparation des produits de la réaction. — Les portions essorées à la trompe sont un mélange des carbures A et B. Après quelques cristallisations dans le toluène, destinées à enlever des traces de goudrons, la matière fond vers 224°. On y ajoutera les produits similaires obtenus dans la distillation des liquides de la réaction. Pour séparer A on peut épuiser par le toluène froid la masse jusqu'à ce que le résidu fonde vers 237°, puis le cristalliser dans ce dissolvant jusqu'à point de fusion constant 240°. Afin d'abréger je dissous le tout dans du toluène bouillant, je laisse cristalliser une partie seulement du produit et je décante le liquide avec précaution. La partie déposée la première est riche en corps A que l'on purifie facilement. Le reste est épuisé à froid. En évaporant le toluène employé on obtient un carbure mélange de A et B fondant presque au même point qu'avant, 225°, que je n'ai pu séparer par des méthodes physiques. Je l'oxyde et transforme le tout en anthraquinones que j'épuise par l'alcool froid, ou en opérant par cristallisation partielle. J'isole ainsi une diméthylanthraquinone peu soluble fondant à 236°,5. Par évaporation l'alcool d'épuisement donne un produit fondant vers 163°. C'est un mélange de l'anthraquinone A avec un peu de B que je n'ai pu jusqu'ici séparer, mais d'où l'on peut régénérer un mélange de carbures très riche en A et séparable. L'anthraquinone f. 236°,5 correspond au carbure B que j'ai obtenu en la réduisant par le zinc et l'ammoniaque. Il fond à 244°,5. En mélangeant parties égales des carbures A f. 240° et B f. 244°,5 on obtient un corps f. 225° comme le produit initial dont l'analyse et la synthèse ont été ainsi effectuées.

Les portions liquides des produits de la réaction soumises à la distillation fractionnée donnent benzène, toluène, xylène et homologues supérieurs, ditolylméthane fondant à 289° après rectification. Puis distillent, vers 360° et au-dessus, des carbures solides qui cristallisent au sein d'un liquide huileux. J'essore à la trompe et lave au toluène les cristaux sur le filtre. J'obtiens ainsi au début un mélange des carbures A et B dissous. Distillant plusieurs fois ces produits huileux auxquels j'ajoute le toluène de lavage et répétant chaque fois le même traitement, je m'aperçois qu'ils se séparent en ditolylméthane, en carbures solides qui cristallisent et en matières résineuses indistillables. Mais en lavant au toluène les produits solides obtenus successivement on remarque qu'ils deviennent de plus en plus solubles dans ce dissolvant, au point de disparaître complètement par quelques gouttes. Dès lors, les produits obtenus seront essorés d'abord à la trompe puis avec des plaques poreuses, enfin cristallisés dans l'alcool. En combinant les cristallisations avec la sublimation fractionnée dans le vide qui éliminera *en tête* les produits étrangers, tous plus volatils, quoique fondant plus haut, on aura à peu près pur, fondant vers 86°, le diméthylanthracène C.

Enfin, dans la concentration des liqueurs mères ultimes de la purification des carbures A et B, de même que dans le traitement des portions moins solubles accompagnant le carbure C, on trouve un produit dont le point de fusion apparaît bientôt comme inférieur à 225° qui correspond au mélange A + B. En épuisant ces portions par l'alcool on arrive à isoler du β-méthylanthracène fondant à 205°. Ce corps et le carbure C sont en très faible proportion.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini (d 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$; par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1904.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	✱ — ⋆ ΔÆ.	✱ — ⋆ Δ©.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Déc. 19......	a	16.50.31	−0.22,67	−4.47,3	12:12
19......	a	17.12.18	−0.20,18	−4.22,4	12:12
20......	b	16.44.28	+0.12,32	−8.48,1	12:12
20......	b	17. 0.15	+0.14,09	−8.28,5	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a..	16.19.58,99	+0,51	+28.27.19,1	− 2,3	A.G., Cambridge, n° 7625.
b..	16.21.56,45	+0,50	+28.59.21,6	− 2,4	A.G., Cambridge, n° 7647.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1904.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Déc. 19.....	16.19.36,83	$\bar{1}$,678	+28.22.29,5	0,632
19.....	16.19.39,32	$\bar{1}$,672	+28.22.54,4	0,598
20.....	16.22.09,27	$\bar{1}$,731	+28.50.31,1	0,636
20.....	16.22.11,04	$\bar{1}$,727	+28.50.50,7	0,612

Déc. 19. — Condensation très nette avec un diamètre de 4″ environ, nébulosité peu étendue à l'ouest du noyau dans l'angle de position 282°.

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne.* Note de MM. **F. Foureau** et **L. Gentil**, présentée par M. A. Lacroix.

Les nombreux échantillons pétrographiques recueillis par l'un de nous, sur l'itinéraire de Ouargla au Congo par le Tchad, permettent de délimi-

ter, le long de cet itinéraire, de grandes zones de roches cristallines, éruptives ou métamorphiques, sur lesquelles nous désirons, par cette Note, appeler l'attention de l'Académie.

Les roches cristallophylliennes recouvrent de grandes surfaces entre le Tassili et le Tchad d'une part, le long du cours du Chari et du Gribingui de l'autre. Elles appartiennent à des types pétrographiques très variés (micaschistes, chloritoschistes, schistes amphiboliques, amphibolites, gneiss à enstatite et hornblende de l'Aïr, gneiss à hypersthène du Gribingui, gneiss à pyroxène, etc.). Des intercalations de *cipolins* se montrent çà et là, parmi lesquels un calcaire à forstérite et spinelle de l'Anahef.

Il paraît intéressant de constater que cette série renferme les types pétrographiques observés par l'un de nous dans des pointements triasiques du Tell algérien, alors qu'ils sont plus ou moins mal représentés le long des côtes barbaresques. Dans les gisements algériens, ces roches ont été amenées au jour, en fragments plus ou moins volumineux, avec le trias gypseux, par les efforts orogéniques; elles se développent donc vraisemblablement en profondeur, depuis le nord de l'Algérie, sous la couverture sédimentaire du Tell, du Grand Erg et du Tassili.

Des roches éruptives grenues affleurent, en beaucoup de points, dans les régions cristallines qui nous occupent, parmi lesquelles des types de granite très variés (granites à biotite, granites à amphibole, granites à pyroxène, un granite à sphène et allanite qui forme un massif imposant dans l'Anahef, des granulites à microcline, à anorthose ou à tourmaline, des granites à ægyrine ou à riebeckite) et des diorites avec ou sans quartz.

Parmi les granites dont l'énumération précède, certains sont remarquables par leur composition minéralogique et chimique.

Déjà les granulites à microcline ou à anorthose se montrent de plus en plus fréquentes à partir de l'Anahef jusque vers Zinder; mais le caractère alcalin des roches dont nous voulons parler atteint son maximum avec le granite à ægyrine des environs d'Iferouane (Aïr) et le granite à riebeckite et ægyrine de Zinder. Le premier rappelle fidèlement le granite à ægyrine signalé par M. A. Lacroix dans l'Ambongo (Madagascar).

L'échantillon rapporté de la région du Tchad n'a pas été recueilli en place, mais il est très vraisemblable que cette roche forme un massif important et qu'elle est accompagnée d'autres granites alcalins, d'autant plus que les granulites à microcline ou à anorthose redoublent de fréquence depuis Iferouane (Aïr) jusqu'à Zinder. En ce dernier point le granite à riebeckite se trouve en place.

NAVIGATION. — *Résistance de l'eau à la translation des navires. Carènes de moindre résistance*, Note de M. le vice-amiral **Fournier**, présentée par M. Bertin.

1. Les formules I et II, données dans ma Note précédente, ont été déduites, en grande partie, des mesures dynamométriques recueillies sur des petits modèles, réduits au seizième, de cinq bâtiments des types les plus dissemblables de notre flotte par leurs dimensions et leurs formes de carènes. Ces modèles avaient été soumis, il y a quelques années, dans un bassin de Brest aménagé à cet effet, à des tractions continues, à toutes les vitesses représentant, par similitude dynamique, c'est-à-dire réduites dans le rapport $\frac{1}{\sqrt{16}} = \frac{1}{4}$, les vitesses réalisées sur les bâtiments eux-mêmes. Le Tableau ci-dessous reproduit les *valeurs moyennes* des résistances R_o subies par les modèles dans ces expériences, en regard de celles R_c que j'ai déduites des formules I et II.

La comparaison des nombres correspondants R_o et R_c de ce Tableau fait ressortir entre eux un accord aussi complet que possible.

	Terrible, garde-côtes cuirassé.	*Bayard*, cuirassé de station.	*Océan*, cuirassé d'escadre.	*Milan*, croiseur de deuxième classe.	*Bombe*, aviso-torpilleur.
φ	= 0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
U	= 1,7670	1,7450	1,8030	9,369	0,0761
L	= 5,5156	5,194	5,0940	5,775	3,700
l	= 1,110	1,096	1,087	0,627	0,408
p	= 0,4509	0,4250	0,4905	0,2209	0,1125
α	= 0,640	0,586	0,594	0,461	0,448
β	= 0,715	0,700	0,669	0,626	0,650
γ	= 0,779	5,756	0,752	0,732	0,728
δ	= 0,895	0,837	0,887	0,736	0,629
Ω	= 0,760	= 0,589	= 0,533	= 0,242	= 0,153
W	= 1,875	= 1,920	= 1,780	= 2,237	= 2,494

V [1].	R_c.	R_o.	V.	R_s.	R_o.	V.	R_c.	R_o.	V.	R_c.	R_o.	V.	R_c.	R_o.
0,60	0,660	0,533	0,80	1,280	1,5	"	"	"	0,60	0,18	0,10	"	"	"
1,00	1,922	1,926	1,00	2,060	2,180	1,00	2,257	2,55	1,35	1,16	1,20	1,00	0,25	0,249
1,40	4,092	4,201	1,40	4,322	4,145	1,40	4,384	4,55	1,65	1,98	2,20	1,40	0,536	0,559
1,80	7,480	**7,746**	1,80	7,828	**8,528**	1,80	7,400	**8,95**	2,00	3,49	3,50	1,80	1,001	1,013
2,00	12,46	12,300	2,00	11,437	11,75	2,00	12,600	12,900	2,40	6,31	6,31	2,20	1,855	1,800
2,10	17,25	17,300	2,10	15,00	15,08	2,10	16,29	16,25	2,50	7,21	7,20	2,40	2,270	2,270
2,20	24,00	24,500	2,20	19,60	19,85	2,20	20,98	21,00	2,60	8,20	8,20	2,50	2,580	2,550

(1) Les vitesses en mètres de ce Tableau représentent des vitesses des bâtiments eux-mêmes comprises entre 4 nœuds et 20 nœuds à l'heure.

Nota. Les trois nombres soulignés sur ce Tableau sont les seuls qui diffèrent sensiblement de ceux du calcul. Mais ces différences mêmes confirment l'accord de ces formules et de l'observation, par le fait qu'elles se produisent seulement à une même vitesse, 1,80, voisine de W dont les valeurs sont, pour le *Terrible*, le *Bayard* et l'*Océan*, 1,875, 1,92, 1,78. Elles proviennent en effet de ce que les opérateurs, en cherchant à faire disparaître, par la continuité des tracés moyens, les saillies dont étaient affectées les courbes des résistances observées, ont augmenté ces résistances dans le voisinage de leur vitesse critique, en y arrondissant inconsciemment l'angle vif qui aurait dû subsister sur ces tracés moyens, comme y marquant la brusque transition entre les deux régimes indiqués par les formules I et II.

Il est remarquable que les vitesses critiques, W, indiquées dans la première colonne du Tableau ci-dessous comme satisfaisant aux deux régimes de la résistance, peuvent être calculées très exactement au moyen de la formule

$$\text{(III)} \qquad W = \frac{\delta}{4}[1 - 38,85(\beta - 0,636)(\beta - 0,669)]\left(\frac{l}{p}\right)^{\frac{3}{2}}\sqrt{L},$$

conforme à la loi de similitude dynamique. Le Tableau ci-dessous donne en effet, dans sa deuxième colonne, les valeurs déduites de cette formule, dans laquelle la constante $0,636 = \frac{3}{2}\log e$:

Terrible	1,875	1,870
Bayard	1,920	1,950
Océan	1,780	1,77
Milan	2,237	2,239
Bombe	2,494	2,480

L'expression III permettra d'employer les formules I et II aux calculs des résistances et, par suite, à celui du travail moteur nécessaire, par unité de temps, pour imprimer une vitesse V, au bâtiment qui est en projet; car il suffira, pour cela, de multiplier ces formules I et II par cette vitesse.

2. Dans le cas d'un flotteur quelconque ayant sa plus grande largeur l, non plus au milieu du plan de flottaison, mais à une distance quelconque Δ, de l'étrave, le coefficient Ω doit se calculer par la formule

$$\Omega = \alpha\left[(2\beta - 1)^2 + \left(2\gamma - \frac{L}{2\Delta}\right)^2 + (2\delta - 1)^2 + \frac{\sqrt{B}}{2\Delta}\right]$$

qui atteint son minimum en même temps que Δ atteint son maximum L, et α, β, γ, δ leurs minima

$$\beta_0 = \frac{1}{2}, \quad \gamma_0 = \frac{1}{4}, \quad \delta_0 = \frac{1}{2}, \quad \alpha_0 = \beta_0\gamma_0 = \frac{1}{8}.$$

Cet ensemble de valeurs limites se trouve réalisé dans une carène demi-prismatique, à faces latérales verticales, coupée obliquement, de la base de sa face isoscèle supérieure, au pied de son arête antérieure formant étrave.

Ce volume est, entre ses limites d'encombrement, L*lp*, celui qui utilise le mieux son travail moteur, et dont M. Quernel, lieutenant de vaisseau, s'est approché le plus possible, par une très heureuse et remarquable intuition, en n'en sacrifiant les avantages, dans le tracé des formes du canot-automobile *Mercédès IV*, vainqueur dans les régates de Calais à Douvres, que dans la mesure à peu près indispensable pour assurer sa navigabilité.

Il est évident qu'un tel volume-limite ne doit point être utilisé, tel quel, en navigation courante, à cause de sa trop faible capacité et de l'acuité excessive de son avant. Mais, en arrondissant légèrement ses lignes d'eau et ses angles vifs et en le surmontant d'une tranche de flottabilité proportionnée au cubage de carène que l'on veut atteindre, c'est avec lui que l'on obtiendra le record de la vitesse, *en eau calme*, à égalité de puissance motrice et de dimensions principales L, *l*, *p*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Eau oxygénée à l'état naissant. Activité bactéricide sur les germes des eaux.* Note de M. **Ed. Bonjean**, présentée par M. E. Roux.

En étudiant comparativement l'action bactéricide sur les germes des eaux de quantités déterminées de peroxyde d'hydrogène produit par le peroxyde de calcium ou par l'introduction de solution commerciale d'eau oxygénée, ainsi que l'action de la chaux pure, on obtient les résultats exposés dans le Tableau ci-dessous :

Essais de stérilisation sur l'eau de Seine au moyen de solution commerciale d'eau oxygénée, de peroxyde de calcium, de chaux pure.

	Solution commerciale d'eau oxygénée.			Peroxyde de calcium.			Chaux pure exempte de carbonate.	
	3^{cm^3} par litre.	5^{cm^3} par litre.	10^{cm^3} par litre.	1^g par litre.	$0^g,5$ par litre.	$0^g,5$ par litre.	1^g par litre.	$0^g,6$ par litre.
Quantité de H^2O^2 en gramme par litre	$0^g,063$	$0^g,100$	$0^g,292$	$0^g,070$	$0^g,060$	$0^g,053$	»	»
Nombre de germes par centimètre cube	»	»	»	»	»	»	»	»

	Solution commerciale d'eau oxygénée.			Peroxyde de calcium.			Chaux pure exempte de carbonate.	
	3cm³ par litre.	5cm³ par litre.	10cm³ par litre.	1g par litre.	0g,5 par litre.	0g,5 par litre.	1g par litre.	0g,6 par litre.
Eau traitée après 30 minutes.	1316	960	496	190	472	627	78	594
» 1 heure...	558	480	371	42	104	364	11	364
» 2 heures..	463	400	65	24	44	78	10	106
» 3 » ..	213	126	42	20	23	36	8	67
» 4 » ..	109	80	38	0	0	11	0	19
» 5 » ..	»	»	36	»	»	0	»	12
» 6 » ..	»	»	0	»	»	»	»	»
» 24 » ..	Pas stérile	»	»	»	»	»	»	»

Chaque expérience a été effectuée sur 5^l d'eau de Seine canalisée dans Paris. Les numérations ont été faites dans des boîtes de gélatine nutritive à la température du laboratoire (18° à 22°) et 15 jours à 30 jours après les ensemencements.

Le peroxyde d'hydrogène est titré au moyen du permanganate de potassium en solution sulfurique

$$5\,CaO^2 + 2\,MnO^4K + 8\,SO^4H^2 = 2\,MnSO^4 + 5\,SO^4Ca + K^2SO^4 + 8\,H^2O + 5\,O^2;$$

on emploie une solution à 1g de permanganate par litre dont 1cm³ correspond à 0mg,538 de H^2O^2.

Les doses de 1g et de 0g,5 de chaux sont 10 et 5 fois plus élevées que la dose maxima qui pourrait être mise théoriquement en liberté (0g,1).

L'analyse du peroxyde de calcium préparé par Freyssinge et Roche, que nous avons employé, nous a donné la composition suivante :

Peroxyde de calcium CaO^2	53,15
Carbonate de chaux (¹)	35,09
Eau	11,94

Lorsque ce peroxyde est en contact avec un grand excès d'eau, il se produit du peroxyde d'hydrogène en solution : $Aq + CaO^2 + 2H^2O = Aq + Ca(OH)^2 + H^2O^2$; cette réaction est limitée : $Aq + Ca(OH)^2 + H^2O^2 = Aq + CaO^2 + 2H^2O$.

L'acide carbonique en solution effectue la décomposition totale

$$Aq + CaO^2 + H^2O + CO^2 - (Aq + CaCO^3) = H^2O^2.$$

Cette réaction joue un rôle très important dans l'action des eaux naturelles sur le peroxyde de calcium.

(¹) Avec traces de magnésie.

Il résulte de ces expériences qu'il faut $0^g,291$ de peroxyde d'hydrogène par litre pour stériliser un litre d'eau de Seine après 6 heures de contact lorsqu'il provient de solution commerciale d'eau oxygénée (10^{cm^3}) et que, dans les mêmes conditions, $0^g,060$ de peroxyde d'hydrogène produit à l'état naissant par le peroxyde de calcium suffisent pour obtenir la stérilisation en 4 heures.

L'influence bactéricide que peut exercer la chaux du peroxyde de calcium est négligeable d'autant plus que cette action s'effectue dans les eaux chargées d'acide carbonique qui transforment immédiatement la chaux en carbonate de chaux ne possédant aucune action antiseptique.

C'est donc à l'état naissant de l'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène que nous attribuons l'activité bactéricide particulière du peroxyde de calcium sur les germes dans l'eau.

CRYPTOGAMIE. — *Hyphoïdes et Bactéroïdes.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

On rencontre, à la fin de l'hiver, sur les racines de diverses Légumineuses, des tubercules dont le parenchyme bactéroïdien, partiellement détruit, est parcouru par des filaments portant des zoosporocystes et des chronispores. J'ai nommé, en 1888, ce Champignon *Cladochytrium tuberculorum*. L'étude de matériaux plus complets me permet aujourd'hui de rectifier cette détermination. L'endophyte n'est pas une Chytridinée, mais un Phycomycète du genre *Pythium*.

Dans les tubercules jeunes et dans l'écorce de la racine qui les porte, on observe des filaments à paroi cellulosique, ayant sensiblement la dimension et la réfringence du thalle de *Pythium;* ils sont souvent renflés en ampoules terminales ou intercalaires.

Les filaments ampullifères n'ont rien de commun avec les filaments fructifères du *Pythium*.

Le *Pythium* est un des organismes saprophytes qui utilisent le riche aliment accumulé dans les tubercules.

Les filaments des tubercules jeunes ne sont pas des hyphes de Phycomycètes; ils n'en ont que l'apparence : c'est pourquoi nous les nommerons *hyphoïdes*. Leur nature n'a pas été précisée jusqu'à ce jour. C'est cette question que nous nous proposons d'élucider.

L'hyphoïde se compose de deux éléments : 1° une gaine, 2° un mucilage renfer-

mant des corpuscules semblables aux bactéries isolées des tubercules et capables de faire naître de nouveaux tubercules sur les racines des Légumineuses. Les corps bacilliformes et le mucilage qui les enrobe appartiennent à l'organisme générateur des tubercules, au *Rhizobium*. La gaine appartient à la Légumineuse. Elle est en rapport de continuité avec les membranes des cellules qu'elle traverse depuis les poils radicaux jusqu'aux cellules spéciales remplies de bactéroïdes. Elle présente la constitution chimique de ces membranes : cellulosique dans la majorité des cas, subérisée dans son trajet à travers l'endoderme.

La gaine des hyphoïdes est le produit d'une réaction des tissus contre l'excitation de l'organisme étranger. Les cellules préformées de la Légumineuse, toutes celles qui appartiennent à la racine mère, restent fermées au *Rhizobium*. Elles n'échangent avec lui que des produits solubles à travers les membranes. Au contact des colonies bacilliformes, la membrane s'hypertrophie localement, s'invagine et isole le *Rhizobium* du protoplasme jusqu'à ce qu'il ait atteint l'autre bout de la cellule. Ce phénomène se répète de cellule en cellule. Le parasite, constamment séparé du protoplasme par une membrane, n'est pas, à proprement parler, intracellulaire, il répond à la définition que j'ai donnée ailleurs du parasite *transcellulaire*.

A la limite de deux cellules, la multiplication du parasite est parfois si active, qu'il fuse entre les deux lamelles décollées avant que la nouvelle cellule ait ébauché la gaine qui isolera le *Rhizobium* pendant sa traversée. Le parasite devient alors intercellulaire. Nous avons observé de puissantes colonies intercellulaires dans les tubercules d'un *Medicago* récolté au bord du chott Melghir par le Dr Legrain. La rigidité spéciale des membranes, résultant de l'habitat désertique, rendait la traversée des cellules plus difficile que dans le cas habituel.

Dans le tissu néoplasique qui forme la moelle des tubercules, les cellules naissantes sont forcées avant d'avoir élaboré les matériaux nécessaires à la séquestration des parasites. Les gaines transcellulaires font défaut ou opposent une barrière insuffisante à l'invasion parasitaire.

Au parasitisme intercellulaire ou transcellulaire succède le parasitisme intracellulaire. Les antagonistes qui, jusqu'alors, s'influençaient à distance, ont pris contact. Dans cette mêlée corps à corps, ils sont également hypertrophiés et déformés. Sous la forme nouvelle de bactéroïdes, le *Rhizobium* est étroitement mélangé au cytoplasme; il en prend même certaines réactions colorantes. Ainsi, en traitant par un mélange de fuchsine acide et de vert d'iode des coupes pratiquées dans les tubercules du *Medicago* saharien, nous avons coloré en bleu les bactéries intercellulaires, en rose les bactéroïdes.

Les hyphoïdes, comme les bactéroïdes, ne sont donc pas de pures formations parasitaires : ce sont des produits symbiotiques. Les portions appartenant à la Légumineuse et les portions appartenant au *Rhizobium* sont bien distinctes dans les hyphoïdes et immédiatement reconnaissables à leurs caractères spécifiques; elles sont intimement unies dans les bactéroïdes et modifiées par action réciproque.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherche sur la radioactivité vegetale.* Note de M. Paul Becquerel, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 7 novembre 1904, M. Tommasina annonçait la découverte chez les végétaux et les animaux d'une radioactivité due essentiellement à leur énergie vitale.

Désirant connaître la valeur de cette radioactivité chez les végétaux et particulièrement chez des graines en germination ou en vie ralentie, afin de savoir s'il n'y avait pas là un moyen beaucoup plus sensible que celui de l'analyse des échanges respiratoires pour déceler la présence de la vie, j'ai été amené à répéter les expériences de ce savant et à chercher à obtenir des mesures précises de cette radioactivité, mesures qui n'ont pas encore été données.

L'électroscope dont je me suis servi est un électroscope à cadran composé d'une cuve en verre fermée par un couvercle d'ébonite qui portait un bouchon de paraffine au travers duquel passait une tige de cuivre. L'extrémité supérieure de cette tige se terminait au-dessus du couvercle d'ébonite en petit plateau circulaire en cuivre pendant que l'extrémité inférieure dans la cuve de verre supportait des feuilles d'or de 4^{cm} de longueur.

Avant chaque expérience l'appareil était soigneusement essuyé dans toutes ses parties, puis chauffé légèrement pour que toutes ses parois soient bien sèches.

Ensuite on plaçait au fond de la cuve un morceau de baryte caustique anhydre destiné à absorber toute l'humidité de son atmosphère.

Les objets en expérience étaient placés sur le couvercle en ébonite dans un petit tube de verre à fond plat dont l'ouverture arrivait à 3^{cm} au-dessous du plateau circulaire décrit plus haut. L'électroscope était ensuite chargé puis les objets et le plateau de cuivre étaient recouverts par un gobelet dont les bords suiffés s'appliquaient hermétiquement sur le couvercle d'ébonite. On notait l'heure et l'on enregistrait l'écartement des feuilles d'or sur les degrés du rapporteur qui servait de cadran. Au bout d'un certain temps on refaisait sur le cadran une seconde observation et l'on notait la variation de la divergence des feuilles d'or s'il y en avait une. Avant de commencer des expériences sur des graines de pois, des mousses et des rameaux de buis, j'ai tenu à me rendre compte d'une cause d'erreur possible : c'est celle que pouvait occasionner la vapeur d'eau émise par la transpiration des végétaux. A cet effet on constitua les expériences dont le Tableau ci-après montre les résultats :

Objet en expérience.	Durée de l'expérience.	Angle α mesurant la moitié de l'écartement initial des feuilles d'or.	Angle α' à la fin de l'expérience.	Diminution de α par heure.	Quantité de vapeur d'eau émise par heure.
1. Tube de verre vide...........	12h	17°.35'	15°.40'	0°. 9'.35"	
2. Tube de verre + 1cm³ d'eau....	2	21	10	5.30	
3. Tube de + 1cm³ d'eau + baryte à côté du tube...............	12	17	15.10	0. 9. 9	0g,0075

Ces trois expériences ont été recommencées de nombreuses fois et ont toujours donné des résultats concordants.

Ainsi, la vapeur d'eau en quantité extrêmement petite joue un rôle considérable dans la décharge de l'électroscope, et l'on peut éliminer, d'une manière presque parfaite, cette action en plaçant à côté de l'objet en expérience un morceau de baryte.

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus : 1° avec des graines de pois soit tuées par le bichlorure de mercure en solution, soit en vie ralentie, soit en germination; 2° avec des mousses du genre *Hypnum* ayant des sporogones pas encore mûrs; 3° avec de petits rameaux de buis.

Objets en expérience.	Durée.	Angle α initial.	Angle α' final.	Diminution de l'angle α par heure.	Quantité de vapeur d'eau émise par heure.
1. Graines tuées sèches..........	12h	18°.10'	16°.15'	0°. 9'.35"	
2. Graines sèches en vie ralentie..	12	18.35	16.45	0. 9.53	
3. Graines germant dans 1cm³ d'eau du tube + morceau de baryte à côté........................	16	19	16.58	0. 9.10	0g,009
4. Mêmes graines dans le tube sans baryte......................	2	17	9	4	
5. Mousses dans 1cm³ d'eau du tube + baryte à côté............	12	18.15	16. 5	0.10.50	0,0085
6. Même tube contenant la mousse sans baryte à côté............	3	20	8. 5	3.58	
7. Rameau de buis plongeant par un bouchon dans le tube contenant 1cm³ d'eau + baryte à côté.	16	21.45	19	0.10.18	0,0042
8. Même rameau sans baryte......	4	20	10.20	2.25	

Si pour ce rameau de buis la décharge appréciable de 2°25′ a été plus faible que pour les mousses et les graines, c'est parce que, la surface d'évaporation de l'eau du tube ayant été interceptée par un bouchon vaseliné au travers duquel passait la tige, la transpiration seule a été en jeu. Ce petit rameau ne possédait que 3 feuilles et 2 bourgeons.

Dans leur ensemble ces résultats sont tous nettement démonstratifs. Ils nous indiquent qu'après 12 heures et même 16 heures d'expérience, il nous a été impossible de déceler la moindre trace de radioactivité de la part des graines, des mousses et du rameau de buis, lorsque nous prenions les précautions les plus minutieuses contre l'émission de la vapeur d'eau.

Comme M. Tommasina n'a décrit dans sa Note aucune précaution contre la transpiration des végétaux, nous pensons qu'il se pourrait que les phénomènes observés par ce savant fussent entièrement produits par cette cause. En outre, la remarque faite par M. Tommasina lui-même, que tous les végétaux, herbes, fruits, feuilles fraîchement cueillis, et dans cet état seulement, présentent une bioradioactivité, justifie encore notre manière de voir.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accentuation des caractères alpins des feuilles dans les galles des Genévriers.* Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les Genévriers qui croissent à de hautes altitudes dans les montagnes de l'Europe centrale (*Juniperus communis* L. var. *alpina* et *Juniperus Sabina* L.) présentent des galles curieuses non seulement par leur forme extérieure, mais encore par l'accentuation de certains caractères, dits *alpins*, qu'offre leur structure histologique.

En 1891, dans son intéressant article sur « La variation de la structure chez une même espèce », M. Gaston Bonnier (¹) a montré que les aiguilles du *Juniperus communis* des Alpes possédaient les caractères spéciaux suivants : épaisseur supérieure du limbe; tissu palissadique d'un tiers ou d'un quart plus allongé en moyenne; canal sécréteur à grandes dimensions; fibres hypodermiques mieux formées et couche lignifiée de la cuticule bien

(¹) *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences*, 2e partie, Paris, 1891, p. 521-522.

développée. En un mot, les tissus foliaires destinés à l'assimilation et à la sécrétion sont bien développés, de même que ceux qui ont pour rôle de protéger l'organe contre les variations de température.

Ces caractères sont très accentués dans les galles suivantes :

A. Cécidie en forme de calice évasé comprenant deux verticilles d'aiguilles déformées et due à l'action d'un *Oligotrophus*. Rencontrée aux environs de Chamonix à 1800^{m} d'altitude.

Comparée à une section normale, la coupe transversale d'une feuille du verticille externe montre des parenchymes chlorophylliens et lacuneux à cellules hyperplasiées; les cellules de l'épiderme supérieur augmentent en nombre et écartent les files stomatiques qui deviennent irrégulières. Le faisceau libéro-ligneux est plus étalé que celui de la feuille saine et muni de deux grandes ailes latérales de tissu aréolé. Ce grand développement du parenchyme et de l'appareil vasculaire entraîne surtout l'hypertrophie du canal sécréteur qui acquiert un diamètre énorme (250$^{\mu}$ au lieu de 120$^{\mu}$) et s'entoure d'une forte gaine.

L'appareil de protection de la feuille anormale est aussi renforcé : hypoderme et épiderme à membranes lignifiées très épaisses ; fibres corticales nombreuses et courtes, à grosses parois, apparaissant au milieu de la face supérieure du limbe, au-dessus du faisceau vasculaire. Ces fibres envahissent ensuite le parenchyme cortical et se relient par l'intermédiaire de l'endoderme lignifié au volumineux amas de fibres péricycliques situé à la face inférieure de la nervure médiane.

B. Cécidie en forme de bourgeon, due à l'*Oligotrophus juniperinus* L. et comprenant jusqu'à quatre verticilles de feuilles courtes, très élargies. Commune à la limite supérieure de végétation du Genévrier.

La coupe transversale d'une feuille hypertrophiée appartenant au deuxième ou au troisième verticille de la cécidie montre que le cylindre central subit une hypertrophie considérable (1400$^{\mu}$ de diamètre au lieu de 360$^{\mu}$). Ce développement anormal provient d'une part, de l'élargissement du faisceau vasculaire (300$^{\mu}$ au lieu de 120$^{\mu}$), et d'autre part de l'hyperplasie énorme que subissent les ailes du tissu de transfusion : le nombre des cellules aréolées peut, en effet, s'élever à plus de 100$^{\mu}$ (au lieu de 10$^{\mu}$ à 15$^{\mu}$) pour chaque aile dont la longueur atteint jusqu'à huit fois la dimension ordinaire.

Le tissu en palissade augmente le nombre de ses éléments dans le même rapport et devient riche en chloroleucites; le parenchyme lacuneux multiplie ses cellules; les stomates se montrent plus nombreux et rangés sur une trentaine de files au lieu de quinze environ. L'appareil de sécrétion se développe dans les mêmes proportions que le tissu assimilateur : le diamètre du canal sécréteur atteint 200$^{\mu}$ au lieu de 60$^{\mu}$ et les cellules de sa gaine sont épaisses et allongées.

Les cécidies du *Juniperus Sabina* présentent des caractères analogues.

C. Cécidie ovoïde brusquement rétrécie à la base, composée princi-

palement de quatre grosses feuilles hypertrophiées, à sillon dorsal très accentué et due à une larve cécidomyide. Récoltée à 2000^{m} d'altitude dans le Piémont.

L'énorme accroissement en largeur d'une aiguille hypertrophiée provient de ce que son faisceau libéro-ligneux s'étale beaucoup et possède de longues ailes vasculaires très aplaties, environ trois fois aussi développées qu'à l'état normal. Ces ailes comprennent une seule assise de grandes cellules aréolées enveloppée par les cellules endodermiques hypertrophiées.

D. Cécidie en forme de pyramide, engendrée par l'*Oligotrophus Sabinæ* Kieff, et composée d'un grand nombre de feuilles hypertrophiées; même altitude que la galle précédente.

L'accroissement en largeur de la feuille anormale tient encore au développement exagéré du faisceau libéro-ligneux et surtout des ailes vasculaires de tissu aréolé, la longueur de ces ailes pouvant atteindre environ sept fois celle du faisceau.

En résumé, les feuilles hypertrophiées constituant les cécidies des Genévriers des Alpes présentent les caractères histologiques suivants : *developpement plus accentué des appareils normaux d'assimilation et de sécrétion* (faisceau libéro-ligneux à grande taille, tissu aréolé très étalé, canal sécréteur à diamètre énorme) et *renforcememt de l'appareil de soutien* (fibres hypodermiques, corticales et péricycliques bien développées).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accroissement du poids des substances organiques et minérales dans l'avoine, en fonction de l'âge.* Note de Mlle **M. Stefanowska**, présentée par M. Gaston Bonnier.

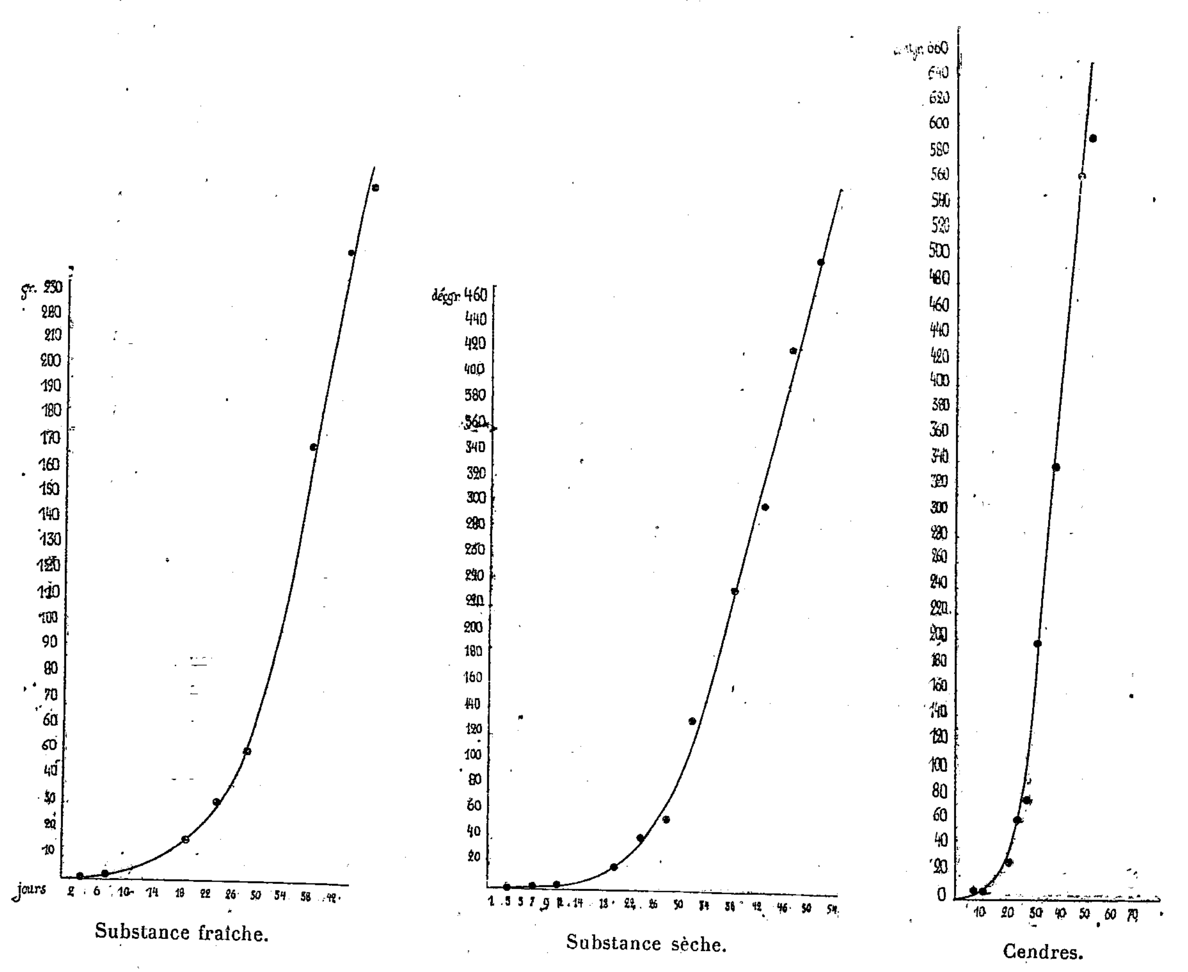
Dans une Note antérieure (¹) j'ai montré que la courbe de l'accroissement du poids de la matière fraîche chez plusieurs espèces végétales est une hyperbole, cette recherche n'ayant toutefois été poursuivie encore jusqu'à la fructification des plantes que pour le *Penicillium glaucum* (²). Dans le présent travail, je me suis proposée d'étudier l'accroissement en poids de diverses substances pendant le développement de la plante,

(¹) *Sur la croissance en poids des végétaux* (*Comptes rendus*, 1er février 1904).

(²) Voir ma Note : *Sur la loi de variation de poids du* Penicillium glaucum *en fonction de l'âge* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1904).

depuis la germination jusqu'à la maturation des graines, plus précisément j'ai cherché à construire les courbes de croissance en poids pour la substance végétale *fraîche* et *sèche*, pour *les cendres*, *l'azote*, ainsi que pour quelques-unes des substances minérales les plus importantes : *l'acide phosphorique*, *la chaux*, *la potasse*, *le fer*.


Courbes de croissance de l'avoine.



Les pesées et analyses ont été faites sur l'*avoine* et le *sarrasin* cultivés en plein air à l'École d'Horticulture de Genève, et la croissance a été observée depuis le 16 mai jusqu'au 30 juillet 1904. Étant données les conditions de culture, on a dû faire des pesées sur des individus chaque fois nouveaux, mais de même âge et de tailles variées. On déterrait les plantes avec leurs racines, on les débarrassait soigneusement des par-

ticules de terre en les lavant sous un jet d'eau; on essuyait ensuite les racines, et l'on pesait les plantes toujours à l'état de turgescence. Pour chaque pesée, on prenait un lot de dix plantes de la même espèce, mais le poids de ces dix plantes était contrôlé par une moyenne calculée d'après un nombre plus considérable d'individus (30 à 50) cueillis dans la même journée. De cette façon, les erreurs provenant des pesées collectives étaient atténuées.

Sur les courbes ci-contre on a reporté les poids réels de *dix* individus (avoine) : les courbes du sarrasin sont analogues à celles de l'avoine.

Si l'on compare les courbes de la substance *fraîche*, de la substance *sèche* et des *cendres*, on voit que ces courbes affectent la même allure générale dans la première période de la croissance. Les différences n'apparaissent que vers l'époque de la maturation des graines : le poids de la substance fraîche baisse alors par suite de la diminution d'eau dans les tissus, mais la substance sèche ne subit point cette décroissance.

Les analyses chimiques exécutées par M. Alfred Monnier, de Genève, démontrent que les poids *d'azote organique* (méthode de Kjeldal), de l'*acide phosphorique*, de la *chaux*, de la *potasse* et du *fer* subissent une augmentation rapide dans la première période de la croissance, la seule que nous envisagions ici. Les courbes de sentiment tracées à travers les points d'observation sont, pour ces substances comme pour les substances fraîche et sèche et pour les cendres, des hyperboles dont les équations ont été calculées par M. Louis Bastien.

Les x représentent les jours et les y représentent en grammes le *poids moyen d'un individu;* on trouve :

Substance fraîche.........	$1400x^2 + 210xy - y^2 - 7500y = 0$
Substance sèche..........	$14x^2 + 25xy - y^2 - 790y = 0$
Cendres.................	$25x^2 + 240xy - 100y^2 - 7300y = 0$
Azote..................	$6x^2 + 880xy - 2900y^2 - 18000y = 0$
Chaux..................	$4x^2 + 700xy - 10000y^2 - 26000y = 0$
Acide phosphorique.......	$6x^2 + 1800xy - 18000y^2 - 55000y = 0$
Potasse................	$5x^2 + 300xy - 10700y = 0$
Fer....................	$x^2 + 6300xy - 40000y^2 - 160000y = 0$

PHYSIOLOGIE. — *Mesures respiratoires sur les poissons marins.* Note de M. **J.-P. Bounhiol**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au moyen d'un appareil déjà utilisé (¹) et légèrement modifié depuis, je me suis appliqué à mesurer les diverses constantes respiratoires $\Big($$CO^2$ par

(¹) J.-P. Bounhiol et A. Foix, *Sur la mesure des échanges respiratoires en milieu aquatique* (*Comptes rendus*, 25 mai 1903).

gramme-heure; oxygène par gramme-heure, et $\frac{CO^2}{O}$) des poissons marins ayant subi des captivités plus ou moins longues.

Cet appareil produit, dans une masse déterminée d'eau de mer habitée par un poids connu d'animal vivant, une aération telle que l'oxygénation de l'eau reste constante. La possibilité d'en modifier le réglage permet d'ailleurs d'obtenir un grand nombre de régimes permanents, correspondant à des taux d'oxygénation très différents de l'eau de mer.

J'ai procédé comme suit :

Après avoir, dans chaque cas, analysé l'eau des bassins où vivaient les animaux, j'ai réglé l'appareil de manière à maintenir dans le récipient à expériences l'oxygénation de l'eau constante et égale précisément à celle donnée par l'analyse. La température étant supposée invariable, je réalisais ainsi sensiblement pour chaque animal les conditions respiratoires particulières de sa captivité. J'ai réalisé de la même manière le régime permanent correspondant à sa vie libre (taux de l'oxygénation maintenu à la valeur normale de l'oxygénation de l'eau de mer libre). Ces mesures ont été faites au laboratoire maritime de Tatihou et ont fourni les résultats suivants :

	Vie libre (oxygénation 6^{cm^3} par litre).				Captivité.				
Espèces.	Poids en grammes	CO^2 par gr.-heure en c. cubes à 0° et 760mm.	Oxygène par gr.-heure en c. cubes à 0° et 760mm.	$\frac{CO^2}{O}$.	Oxyg. par litre. cm³	Durée.	CO^2 par gr.-heure en c. cubes à 0° et 760mm.	Oxygène par gr.-heure en c. cubes à 0° et 760mm.	$\frac{CO^2}{O}$.
Squale roussette..	685	0,0666	0,0875	0,76	»	»	»	»	»
Id. ..	660	»	»	»	4,8	1 an	0,0661	0,0788	0,84
Syngnathes......	7	0,1536	0,1946	0,79	»	»	»	»	»
Id.	7,6	»	»	»	4,2	1 mois	0,1241	0,1364	0,91
Congre..........	80	0,0743	0,0976	0,76	»	»	»	»	»
Id.	108	»	»	»	5,2	3 mois	0,0669	0,0837	0,80
Sole............	80	0,0915	0,1347	0,68	»	»	»	»	»
Id.	62	»	»	»	4,7	1 an	0,0925	0.1187	0,78
Brême..........	407	0,1308	0,1791	0,73	»	»	»	»	»
Id.	325	»	»	»	3,9	1 an	0,1530	0,1700	0,90
Labre...........	57	0,1493	0,1915	0,78	»	»	»	»	»
Id.	32	»	»	»	4,9	2 m. ½	0,1588	0,1785	0,89
Cotte..........	12,3	0,1632	0,1920	0,85	»	»	»	»	»
Id.	26	»	»	»	4,9	2 m. ½	0,1648	0,1811	0,91

Le Tableau précédent montre deux faits très nets et superposés : 1° la diminution des échanges respiratoires de tous les animaux captifs; 2° l'élévation du quotient res-

piratoire. Quant à l'influence de la durée de la captivité, elle est donnée par le Tableau suivant :

Espèces.	Poids en gr.	Durée de la captivité.	Oxygénation de l'eau.	CO^2 p. gr. h. en cent. cubes à 0° et 760mm.	Oxyg. p. gr. h. en cent. cubes à 0° et 760mm.	$\frac{CO^2}{O}$.
Sole	80	0	cm³ 6,1	0,0915	0,1347	0,68
	46	1 mois	4,9	0,0931	0,1179	0,79
	62	1 an	4,7	0,0925	0,1187	0,78
Labre	57	0	6,4	0,1493	0,1915	0,78
	58	1 mois	5,2	0,1579	0,1791	0,882
	32	2 mois ½	4,9	0,1588	0,1785	0,89
Blennie	13,5	0	6,35	0,2016	0,2345	0,86
	16,5	1 mois	4,7	0,1909	0,2053	0,93
	38	1 an	4,9	0,1879	0,2021	0,93
Cotte	12,3	0	6,2	0,1632	0,1920	0,85
	26,4	1 mois	4,2	0,1645	0,1798	0,915
	24	2 mois ½	4,9	0,1648	0,1811	0,91
	152	1 an	4,7	0,1648	0,1820	0,905

On voit que, très rapidement, au bout d'un mois de captivité, et peut-être bien avant, les poissons marins possèdent l'activité respiratoire et le quotient respiratoire qu'ils possèdent encore au bout de 2 mois et demi, au bout d'un an, et sans doute jusqu'à la fin. A partir de ce moment l'oxygénation insuffisante, mais constante, du milieu ne paraît pas influencer cette activité respiratoire réduite. Dans les captivités où la vie est possible aux poissons marins, l'activité respiratoire que l'on mesure n'est donc pas le résultat d'une décroissance lente et continue de l'activité respiratoire normale, elle est la caractéristique d'un nouvel équilibre, d'un nouveau régime permanent, rapidement établi, constamment maintenu ensuite. Est-ce à dire qu'il s'agisse, comme pour certains animaux marins à respiration variable, d'une véritable adaptation? Point. Chez ces derniers le quotient respiratoire reste normal. Ici, au contraire, le quotient respiratoire est manifestement asphyxique. Il s'agit donc seulement d'une gêne respiratoire, d'une asphyxie partielle et permanente compatible, je ne dirai pas avec l'existence, mais avec une certaine survie plus ou moins longue.

Si, d'autre part, on songe que les besoins respiratoires de ces animaux sont plus immédiatement impérieux que tous les autres besoins, que la première perturbation morbide dont leur vitalité se trouve atteinte en captivité est une perturbation respiratoire, que celle-ci précède et domine, provoque ou aggrave toutes les autres, il sera possible de conclure que le problème de la captivité marine est *d'abord* un problème respiratoire.

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1904.
(Suite.)

Abschaffung der Rechtschreiben-Lehre. Die Notwendigkeit einer einfachern neuen internationalen Schrift, begründet von Konrad Büttgenbach. Aachen, Otto Müller, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Almanaque nautico para el año 1906, calculado de orden de la Superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. San Fernando, 1904; 1 vol. in-8°.

Report of the Superintendent of the United States Naval Observatory, for the fiscal year ending june 30, 1904. Washington, 1904; 1 fasc. in-8°.

Report of the meteorological Council, for the year ending 31st of march 1904, to the President and Council of the Royal Society. Londres, 1904; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the Keeper of the Museum of Compârative Zoölogy at Harvard College, to the President and Fellows of Harvard College, for 1903-1904. Cambridge (Etats-Unis), 1904; 1 fasc. in-8°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste, contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche, per l'anno 1901, redatto da Edoardo Mazelle; vol. XVIII. Trieste, 1904; 1 fasc. in-4°.

Jahrbuch des Königlich sächsischen meteorologischen Institutes für das Jahr 1900; Jahrgang XVIII der neuen Reihe; herausgegeb. v. Director Prof. Dr Paul Schreiber; mit einer Vorarbeit: *Kritische Beobachtung der Luftdrucksmessungen im Königreich Sachsen während der Jahre 1866-1900,* vom herausgeber, mit 6 Tafeln. Zugleich *Deutsches meteorologisches Jahrbüch für 1900. Beobachtungssystem der Königreicher Sachsen.* Chemnitz, 1904; 1 vol. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par M. Krischtafowitsch; vol. VI, livr. 10. Novo-Alexandria, 1904; 1 fasc. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. *Twentieth annual Report of the Bureau of animal Industrie, for the year 1903.* Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

Census of India, 1901; vol. I. *India : Etnographic appendices,* by H.-H. Risley. Calcutta, 1903; 1 vol. in-f°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XXXV, part 3; vol. XXXVI, part 1. Calcutta, 1904; 2 fasc. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. XXXI, parts 1 and 2. Calcutta, 1904; 2 fasc. in-8°.

The Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan; vol. XVIII, art. 8; vol. XIX, art. 9, 15; vol. XX, art. 1, 2. Tokyo, 1904; 5 fasc. in-8°.

Publications of the earthquake investigation Committee in foreign languages; n° 18. Tokyo, 1904; 1 vol. in-8.

Bulletin of the United States Fish Commission, vol. XXII, for 1902. Washington, 1904; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1905.

Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne, par H. Poincaré, Membre de l'Institut. Tome I. *Théories générales des pertubations planétaires.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La bobine d'induction, par H. Armagnat. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publ. par ordre du Ministre de la Guerre. Tome XLIV. Paris, 1904; 1 vol. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. Rédacteur principal: M. Bourquelot. 96e année, 6e série, t. XXI, n° 1, 1er janvier 1905. Paris, Octave Dôin; 1 fasc. in-8°.

Le Magasin pittoresque. Directeur : Émile Fouquet. 73e année, n° 1, 1er janvier 1905. Paris; 1 fasc. in-4°.

The state of Missouri, an autobiography edited for the Missouri Commission to the Louisiana purchase Exposition, by Walter Williams. Columbia, E.-W. Stephens, 1904; 1 vol. in-8°.

Memoria sobre el barometro alarma, apparato mecanico-electrico; su inventor Dr Guillermo Vives. Ponce, 1904; 1 fasc. in-8°.

An epitome of the British Indian species of Impatiens, by sir J.-D. Hooker; part I. (*Records of the « Botanical Survey of India »;* vol. IV, n° 1.) Calcutta, 1904; 1 fasc. in-8°.

Scuola d'applicazione per gl' Ingegneri. Annuario per l'anno scolastico 1904-1905. Rome, 1904; 1 fasc. in-12.

Stad Antwerpen. Pædologogisch jaarboek, onder redactie van Prof. Dr Phil. M. C. Schuyten; jaargang V. Anvers, 1904; 1 vol. in-8°.

Sociedade scientifica de S. Paulo. Relatorio da directoria 1903-1904. Saint-Paul, 1904; 1 fasc. in-8°.

Subject list of works on the fine and graphic arts, and art industries, in the library of the Patent Office. Londres, 1904; 1 vol. in-12.

Sveriges offentliga bibliotek, Stockholm, Upsala, Lund, Göteborg Accessions-katalog, 17, 1902; utgifven af kungl. Biblioteket genom Emil Haverman. Stockholm, 1904; 1 vol. in-8°.

Pubblicazioni scientifiche del Conte Prof. Napoleone Passerini : *Indice bibliographico,* compilato dagl' insegnanti dell' Istituto agrario di Scandicci (Firenze). Florence, 1904; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud,
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotcheck et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liege	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaés et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 2 janvier 1905.)

Pages.

Etat de l'Académie au 1er janvier 1905...... 5

M. Mascart, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1904........................ 13

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. Boussinesq. — Pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux, immergé dans ce courant....... 15

M. G. Lippmann. — Franges d'interférence produites par le système de deux miroirs perpendiculaires entre eux.............. 21

M. A. Lacroix. — Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder....... 22

M. H. Poincaré fait hommage à l'Académie du premier volume d'un Ouvrage où il rassemble les *Leçons de Mécanique céleste* qu'il a professées à la Sorbonne 26

PRÉSENTATIONS.

Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Fouqué* : 1° M. *Michel Lévy*; 2° M. *Cayeux*.............. 26

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale une brochure intitulée : « La bobine d'induction », par M. *Armagnat*............... 27

MM. Borel (Émile), Fabre (J.-H.), Richard (Gustave) adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet.... 27

M. Maurice Fréchet. — Sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles.... 27

M. S. Lattès. — Sur les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact........... ... 29

M. G.-A. Miller. — Sur les sous-groupes invariants d'indice p^2.................. 32

M. de Sparre. — Au sujet de la déviation des corps dans la chute libre............ 33

M. P. Langevin. — Sur une formule fondamentale de la théorie cinétique.......... 35

M. Charles Nordmann. — Mesure de la conductibilité des diélectriques au moyen des gaz ionisés 38

M. O. Boudouard. — Influence de la vapeur d'eau sur la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique............................... 40

M. Albert Colson. — Sur l'existence d'un sulfate vert normal de sesquioxyde de chrome.................................. 42

M. James Lavaux. — Séparation de 3 diméthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène.............. 44

MM. Rambaud et Sy. — Observations de la comète Giacobini (*d* 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de 0m,318.......... 46

MM F. Foureau et L. Gentil. — Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne............................ 46

M. le vice-amiral Fournier. — Résistance de l'eau à la translation des navires. Carènes de moindre résistance.......... 48

M. Ed. Bonjean. — Eau oxygénée à l'état naissant. Activité bactéricide sur les germes des eaux. 50

M. Paul Vuillemin. — Hyphoïdes et Bactéroïdes 52

M. Paul Becquerel. — Recherche sur la radioactivité végétale..................... 54

M. C. Houard. — Sur l'accentuation des caractères alpins des feuilles dans les galles des Genévriers. 56

Mlle M. Stefanowska — Sur l'accroissement du poids des substances organiques et minérales dans l'avoine en fonction de l'âge. 58

M. J.-P. Bounhiol. — Mesures respiratoires sur les poissons marins................. 60

Bulletin bibliographique.. 63

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 2 (9 Janvier 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JANVIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente un Volume imprimé à l'Observatoire d'Abbadia, sous le titre : *Observations faites au cercle méridien en* 1899 *et* 1900, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, directeur de l'Observatoire.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conductibilité extérieure ou superficielle, représentative, pour un corps donné, du pouvoir refroidissant d'un courant fluide.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Un corps solide, immergé dans un courant fluide d'une nature, d'une vitesse et d'une direction données, est refroidi par ce courant proportionnellement à son excès actuel θ_0 de température sur lui, avec une approximation et entre des limites beaucoup plus étendues que lorsque le refroidissement a lieu dans le vide ou dans un air en repos. En d'autres termes, la loi usuelle de Newton s'y applique très bien, et pour des différences de température pouvant atteindre, dans un courant d'air, non pas une douzaine de degrés, comme au sein d'un gaz en repos, mais jusqu'à plus de 300° C. ([1]). Il est donc naturel d'exprimer le pouvoir refroidissant du

---

([1]) *Voir*, par exemple, le Tome II de mes leçons sur la *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière* (p. 189).

courant au moyen d'une conductibilité superficielle *fictive* k, attribuée au corps, telle, que le flux total de chaleur qui lui serait enlevé par unité de temps, à raison de cette conductibilité, et conformément à la loi usuelle de Newton, égalât précisément celui que le courant lui prend en effet. On aura ainsi une conductibilité *équivalente au courant fluide quant au pouvoir refroidissant;* et *celui-ci se trouvera*, pour ainsi dire, *évalué* ou réduit *en conductibilité*.

Considérons, d'après cela, sur le corps, l'étroite bande de surface, dont L désignera la longueur et E la largeur moyenne, que baigne un mince filet fluide, depuis la *proue* ou extrémité *amont* du corps, atteinte la première par le courant, qui s'y divise en une nappe ou un réseau de filets enveloppant tout le corps, jusqu'à la *poupe* ou extrémité *aval*, où se réunissent tous ces filets élémentaires pour quitter ensemble le corps. Cette surface EL, ainsi refroidie par un même filet dont L est le *trajet* total sur le corps, cède à ce filet une quantité de chaleur exprimée, dans le second membre de la formule (1) de ma dernière Note (*Comptes rendus*, 2 janvier 1905, p. 15), par $2\theta_0\sqrt{\frac{KCV}{\pi}}\int \varepsilon^2 d\beta$, où K, C, V sont la conductibilité intérieure du courant, sa capacité calorifique par unité de volume et sa vitesse générale, où $V\,d\beta$ est la variation du potentiel des vitesses le long d'un élément dL du trajet L, c'est-à-dire le produit, $v\,dL$, par cet élément dL, de la vitesse correspondante v avec laquelle le fluide y ruisselle sur le corps, et, enfin, ε la *largeur* effective qu'y présente le filet fluide, ou $\varepsilon\,dL$ l'aire correspondante baignée. La conductibilité extérieure, k, représentative du pouvoir refroidissant *de ce filet fluide, ou évaluée pour la surface qu'arrose celui-ci,* se déterminera donc par l'équation

$$(1)\qquad k\theta_0\int \varepsilon\,dL \quad \text{ou} \quad k\theta_0\,EL = 2\theta_0\sqrt{\frac{KC}{\pi}}\int \varepsilon^2 v\,dL;$$

et elle aura l'expression

$$(2)\qquad k = \left[\frac{2}{\sqrt{\pi}}\sqrt{\int_0^L \left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}\frac{dL}{L}}\right]\sqrt{\frac{KCV}{L}}.$$

II. La quantité entre crochets y est un coefficient numérique, variable avec la forme de la bande EL arrosée par le filet fluide, c'est-à-dire avec le rapport $\frac{\varepsilon}{E}$ de sa largeur effective ε en chaque point à sa largeur moyenne E, et variable aussi avec la configuration du corps dans le courant, d'après

laquelle se réglera, sur chaque élément dL du trajet, le rapport $\frac{v}{V}$ de la vitesse locale v d'écoulement à la vitesse générale V du courant fluide. Ce coefficient numérique sera évidemment le même, dans tous les corps semblables et semblablement orientés dans le courant, pour les filets qui s'y trouveront disposés d'une manière analogue. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, *la conductibilité extérieure k représentative du pouvoir refroidissant d'un courant fluide est proportionnelle à* $\sqrt{\frac{KCV}{L}}$, c'est-à-dire *aux quatre racines carrées de la conductibilité intérieure* K *du courant, de sa capacité calorifique* C *par unité de volume, de sa vitesse générale* V, *et de l'inverse du trajet* L *des filets fluides sur le corps.*

Cette proportionnalité inverse, de k à $\sqrt{L}$, s'explique en observant que le fluide s'échauffe le long du chemin L et y devient de moins en moins apte à refroidir le corps.

III. Le cas le plus simple est celui d'un plateau mince, tangent au courant, ou qui ne le trouble pas d'une manière sensible. Alors des filets voisins glissant sur le corps gardent leur vitesse primitive V et leur espacement initial E; de sorte que la valeur moyenne du produit $\left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}$ est l'unité. Le coefficient numérique entre crochets, dans (2), se réduit donc à $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,1284$.

Vient ensuite le cas d'un cylindre indéfini ayant son axe normal au courant, où, par raison de symétrie, l'écoulement se fait de la même manière dans tous les plans perpendiculaires à cet axe. On y a donc $\varepsilon = E$; et le coefficient numérique entre crochets, dans (2), devient le produit de $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$ par la racine carrée du rapport moyen de la vitesse v d'écoulement sur le corps à la vitesse générale V du courant. Par exemple, si le cylindre est elliptique, cas traité dans ma Note du 9 mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1134), le trajet L est la moitié du contour S de la section droite. Soit alors S' le périmètre du rectangle circonscrit à cette ellipse et ayant ses côtés parallèles aux axes $2a$, $2b$. Il résulte aisément de la dernière formule de la Note citée du 9 mai 1904, que $\int \frac{d\beta}{L}$ ou $\int_0^L \frac{v}{V}\frac{dL}{L}$ a la valeur $\frac{S'}{S}$. La formule (2) devient donc

$$(3) \qquad k = \sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{S'}{S}}\sqrt{\frac{KCV}{L}}.$$

Le coefficient numérique $\sqrt{\frac{4}{\pi}\frac{S'}{S}}$ y grandit de

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} \quad \text{à} \quad \left(\frac{2}{\sqrt{\pi}}\right)^2 = \frac{4}{\pi} = \frac{S'}{S} = 1,2732,$$

quand le cylindre, supposé d'abord infiniment aplati, ou réduit au plateau mince du premier cas (mais heurté par le courant sous un angle quelconque), acquiert une épaisseur de plus en plus grande et devient circulaire ([1]). On voit que le rapport $\frac{v}{V}$ y a, le long du trajet des filets fluides sur le corps, sa valeur moyenne supérieure à l'unité.

IV. Il n'en est plus de même pour une sphère, corps le plus simple de tous ceux qui sont de révolution autour d'un axe ayant la direction du courant et que j'ai étudiés dans une Note du 16 mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1189). Alors ce rapport $\frac{v}{V}$ a, le long du trajet L des filets fluides sur le corps, sa valeur moyenne un peu inférieure à l'unité, savoir, égale au quotient, $\frac{3}{\pi}$, par le demi-méridien $L = \pi R$, de l'intégrale $\int d\beta$ prise le long de ce demi-méridien. Mais, par contre, la largeur ε des filets fluides contigus au corps est très variable, le long du même demi-méridien L; et il en résulte, comme on verra ci-après, une notable augmentation du coefficient numérique $\sqrt{\frac{4}{\pi}\int_0^L \left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}\frac{dL}{L}}$, qui devient $\sqrt{2} = 1,4142$.

On voit, par les deux exemples du cylindre circulaire et de la sphère, comparés à celui du plateau mince et entre eux, que ce coefficient numé-

---

([1]) Son accroissement continu se reconnaît aisément sur la formule du contour S approchée (sauf pour les ellipses très aplaties) que j'ai donnée dans mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. II, *Partie élémentaire*, p. 112). Cette expression est

$$S = \pi\left(3\,\frac{a+b}{2} - \sqrt{ab}\right).$$

Divisée par le contour $S' = 4(a+b)$ du rectangle circonscrit, elle donne

$$\frac{S}{S'} = \frac{\pi}{8}\left(3 - \frac{\sqrt{2a.2b}}{a+b}\right),$$

valeur visiblement croissante quand la moyenne géométrique $\sqrt{2a.2b}$ des axes a un rapport de plus en plus faible à leur moyenne arithmétique $a+b$, c'est-à-dire quand l'ellipse s'éloigne de la forme circulaire.

rique croît sensiblement avec la *convexité* du corps le long du filet fluide, non seulement suivant le sens de celui-ci, mais même dans le sens perpendiculaire. Cela résulte aussi des valeurs qu'il prend chez les ellipsoïdes de révolution ayant leur axe parallèle au courant, notamment dans les deux cas extrêmes d'un disque circulaire et d'une longue aiguille, où ses valeurs respectives sont $\frac{8}{\pi\sqrt{3}} = 1,4702$ et $\frac{8}{\pi}\sqrt{\frac{2}{3\pi}} = 1,1731$, dont la première est rendue très forte, sans doute, par le retournement rapide des filets sur le contour du disque, et dont la seconde excède $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$, malgré la forme presque rectiligne du trajet L, en raison des fortes courbures de l'aiguille dans le sens des (cercles) parallèles.

V. En général, le rapport $\frac{v}{V}$, nul aux deux extrémités du trajet L, où se font l'épanouissement et la reconstitution du filet central, excède sensiblement l'unité vers le milieu de ce trajet, à cause du rétrécissement qu'apporte le corps aux sections d'écoulement des filets qui l'entourent et de l'accélération du mouvement qui en résulte ([1]). Sa valeur moyenne ne doit donc pas différer beaucoup de l'unité. Et comme, d'autre part, le rapport $\frac{\varepsilon}{E}$ a pour valeur moyenne 1, l'on conçoit que la valeur moyenne du produit $\left(\frac{\varepsilon}{E}\right)^2 \frac{v}{V}$ ne s'écarte pas, non plus, beaucoup de l'unité. Par suite, le coefficient numérique de k ne sera pas très éloigné de $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,1284$. Les exemples précédents tendraient à le faire prendre égal environ à 1,3, avec des écarts qui ne dépasseraient guère le huitième de cette valeur en plus ou en moins.

VI. L'on s'explique, comme il suit, que toutes ces valeurs excèdent $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$.

([1]) Cette accélération, qui rend le rapport $\frac{v}{V}$ toujours supérieur à l'unité sur le contour du corps, prend, naturellement, ses fortes valeurs, quand le passage des filets fluides est le plus rétréci ou gêné, c'est-à-dire dans les cas comme celui du cylindre de longueur indéfinie normal au courant, où le fluide ne peut franchir le corps que par deux côtés, suivant les deux sens opposés perpendiculaires à l'axe ; et elle est moindre, au contraire, en donnant lieu, comme on vient de voir, à des valeurs moyennes de $\frac{v}{V}$ inférieures à 1, dans un corps limité de toutes parts, comme la sphère, que le courant contourne librement suivant tous les azimuts.

Posons, en général,

$$\varepsilon = \mathrm{E}(1+\varepsilon'), \qquad v = \mathrm{V}(1+\delta),$$

expressions où ε' aura la valeur moyenne zéro et δ une valeur moyenne (positive ou négative) assez petite. Il en résultera

$$\left(\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}}\right)^2 \frac{v}{\mathrm{V}} = 1 + 2\varepsilon' + \delta + \varepsilon'^2 + 2\varepsilon'\delta + \varepsilon'^2\delta.$$

Donc l'intégrale $\int_0^{\mathrm{L}} \left(\frac{\varepsilon}{\mathrm{E}}\right)^2 \frac{v}{\mathrm{V}} \frac{d\mathrm{L}}{\mathrm{L}}$ deviendra, en désignant par le symbole $\mathfrak{M}$ la moyenne de la quantité inscrite à la suite,

$$1 + \mathfrak{M}\delta + \mathfrak{M}(\varepsilon'^2) + \mathfrak{M}(2\varepsilon'\delta) + \mathfrak{M}(\varepsilon'^2\delta),$$

expression où non seulement la moyenne de ε'^2, mais celle de $2\varepsilon'\delta$ seront positives, vu que δ aura le signe (négatif ou positif) de ε' tant aux deux extrémités qu'au milieu du chemin L. Les signes divers de δ devant rendre peu sensible la valeur moyenne du produit du troisième degré $\varepsilon'^2\delta$, il ne pourra guère y avoir de négatif (quand il le sera) que le petit terme $\mathfrak{M}\delta$. L'intégrale paraît donc devoir être toujours supérieure à l'unité.

Le coefficient numérique par lequel il faut multiplier $\sqrt{\frac{\mathrm{KCV}}{\mathrm{L}}}$, pour obtenir k, aurait ainsi comme valeur minimum $\frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1,128$ (1).

---

(1) J'ai appris depuis peu l'existence d'expériences déjà anciennes sur le pouvoir refroidissant des courants fluides, dues à Ser, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, qui les a relatées dans son *Traité de Physique industrielle* (t. I, 1888, p. 142 à 162). Quoique le courant, au lieu d'être latéralement indéfini, y fût toujours d'assez faible épaisseur et, le plus souvent, contenu dans un tube de quelques centimètres seulement de diamètre, qui constituait le corps chaud, néanmoins les deux lois de proportionnalité du pouvoir refroidissant du courant à l'excès θ_0 de température du corps et à la racine carrée de la vitesse V, se vérifiaient toutes les fois que la distance moyenne du fluide à la paroi était quelque peu comparable à la longueur du tube; en sorte qu'on pût admettre, *tout au moins pour le filet central ou axial, la conservation approchée de sa température primitive ou d'amont,* hypothèse essentielle de notre analyse.

Dans les tubes plus étroits, la chaleur emportée était proportionnelle à une fonction de V plus rapidement croissante que $\sqrt{\mathrm{V}}$, susceptible même d'atteindre la première puissance V quand tous les filets fluides, jusqu'à l'axe, finissaient par acquérir, avant leur sortie, la température θ_0 du tube; alors, en effet, tout le fluide quittait le tube

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo.* Note de MM. **H. Moissan** et **F. Osmond**.

Pour tirer des conclusions plus complètes de l'étude de la météorite de Cañon Diablo il était indispensable d'en faire l'étude micrographique. Cet examen a porté sur le métal et sur les nodules que renferme cette météorite.

Méthode employée. — Parmi les constituants habituels des météorites holosidères nous avons rencontré les suivants :

1° La Kamacite ; c'est le fer lui-même pouvant contenir, en solution solide, une proportion variable de nickel, mais toujours inférieure à 7 pour 100 environ. Il forme la masse importante de la météorite et entoure complètement les nodules dont nous avons parlé. Il peut présenter un très beau poli, mais ne possède pas toujours une grande homogénéité; 2° la Plessite, mélange eutectique de Kamacite et de Taenite pouvant se réduire, si le refroidissement a été infiniment lent, à de simples filaments de Taenite (alliage de fer riche en nickel); 3° la Cohénite, appelée aussi, en micrographie métallurgique, *cémentite*, et qui est formée par le carbure de fer Fe^3C; 4° la Schreibersite, appelée aussi *rhabdite* quand elle est sous la forme de petits grains nettement cristallisés; c'est le phosphure de fer et de nickel $(FeNi)^3P$; 5° la Troïlite ou sulfure de fer de formule FeS; 6° des filons de matières oxydées. L'examen microscopique présente aussi un certain nombre de cavités provenant de l'arrachement des substances qui ne sont pas assez résistantes pour supporter le grattage et le polissage nécessaires pour produire la surface miroitante.

---

avec sa charge maxima de chaleur, proportionnelle à θ_0, et *le pouvoir refroidissant du courant devenait proportionnel au débit*, c'est-à-dire à V.

Dans quelques observations de Ser, le courant, encore peu épais, mais relativement très large, circulait autour d'un gros et court tuyau (qui était le corps chaud), soit lisse, soit fortement *nervé*, ou entaillé de profondes cannelures longitudinales, par le fait desquelles sa surface se trouvait multipliée respectivement (à hauteur constante du cylindre) par 4 et par 6,6. Or ces accroissements relatifs de la surface ne multipliaient guère le pouvoir refroidissant que par leurs racines carrées environ. C'est bien, à peu près, ce qu'indiquent nos formules, supposé que le trajet L des filets fluides sur les cylindres à nervures ait grandi, en moyenne, dans le même rapport que la surface totale.

Pour distinguer ces différents constituants nous avons employé la méthode suivante : nous avons obtenu d'abord, sur une petite surface, un polissage plan. On distingue immédiatement, grâce à leur couleur propre, la Troïlite qui est jaune et les filons oxydés d'un gris plus ou moins violacé. Les autres constituants sont blancs, mais le carbure et le phosphore prennent un poli plus brillant que le fer et apparaissent en léger relief. En éclairage vertical les cavités apparaissent naturellement noires.

Pour rendre la distinction plus nette, on peut attaquer la surface par l'acide picrique qui granule la Kamacite et n'agit pas sur les autres constituants. La Taenite se différencie du carbure et du phosphure par son éclat moins vif, ses formes très allongées et le manque de netteté de ses contours. Ce dernier fait tient à ce que le passage de la Taenite à la Kamacite se fait, le plus souvent, d'une façon insensible. Il reste à séparer alors le carbure du phosphure. On y parvient aisément en chauffant la plaquette métallique aux couleurs de revenu. C'est une des premières méthodes qui aient été appliquées à l'analyse des fers météoriques. Comme l'a démontré récemment M. Stead, on peut donner à la Cohénite une couleur saumon ou même violette alors que la Schreibersite est encore blanche et la Kamacite jaunâtre. On peut aussi remplacer cette méthode par l'attaque au picrate de sodium alcalin en solution chaude comme l'a conseillé M. Le Chatelier. Dans ce cas, les colorations sont parfois moins uniformes que par recuit; mais ce second procédé nous a donné de meilleurs résultats parce que la Troïlite subit une transformation isomérique avec changement de volume, au-dessous de la température du recuit, et par suite se désagrège facilement.

Étude du métal. — La plaquette à étudier a été prélevée près de la surface de la météorite. On y rencontre surtout de la Kamacite avec une petite quantité de Plessite irrégulièrement répartie, alignée comme d'habitude suivant les trois côtés d'un triangle et dessinant vaguement les figures de Widmanstaetten; dans quelques endroits, la Plessite prend des formes courbes; ceci vérifie bien, sous le microscope et sur une petite surface, l'apparence extérieure que présente le bloc métallique au moment de son attaque par l'acide chlorhydrique étendu [1].

La Cohénite et la Schreibersite sont quelquefois indépendantes, mais, le plus souvent, associées soit en lames orientées parallèlement à la Plessite

---

[1] H. Moissan, *Nouvelles recherches sur la météorite de Cañon Diablo* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 773).

et qui contribuent même plus que cette dernière à dessiner les figures de Widmannstaetten, soit en rognons qui ont une tendance bien marquée à se relier aux figures précédentes. Sur ces petits échantillons, le carbure tend à envelopper le phosphure ainsi que nous l'avons vu déjà pour des nodules de plus grandes dimensions. Tous deux sont brisés et recoupés de failles. Ces failles peuvent être de simples fêlures mais souvent les rebords s'écartent et laissent voir entre eux soit le vide, soit des filons oxydés. Cette absence de cohésion ne permet pas un polissage complet. Il se produit toujours des arrachements, par conséquent des vides au fond desquels on aperçoit des cassures conchoïdales. Le polissage ne montre pas de Troïlite. Cependant, en attaquant la surface par une solution de sulfate de cadmium acidifié par 10 pour 100 d'acide sulfurique, on voit, sous le microscope, sortir de certaines failles de petites bulles gazeuses qui fournissent un précipité.

Les filons oxydés, rares et uniformes dans la Kamacite, se ramifient à l'infini dans les cassures de la Schreibersite et de la Cohénite. Ils sont souvent feuilletés et caverneux avec des colorations variables sans limites bien nettes; le degré d'oxydation n'est certainement pas uniforme et, de plus, les oxydes ont scorifié partiellement le phosphure de fer. La Kamacite contient fréquemment des inclusions de Rhabdite sous les formes connues, notamment en parallélogrammes.

Cet examen démontre que, dans les parties métalliques qui paraissent homogènes, on trouve, par l'étude microscopique, ce phosphure de fer entouré de carbure ainsi que nous l'avons rencontré dans les nodules et ainsi que le fournissent les expériences synthétiques de M. Stead.

Nous devons rappeler que la présence de la Schreibersite dans la météorite de Cañon Diablo a déjà été indiquée par Friedel, celle de la Taenite par Florence et par Zingler. Il en est de même de la Cohénite (Derby), de la Troïlite (Brezina) et de la Rhabdite (Florence). Cette question a été exposée d'une façon magistrale par M. Cohen dans son *Traité des météorites* (1).

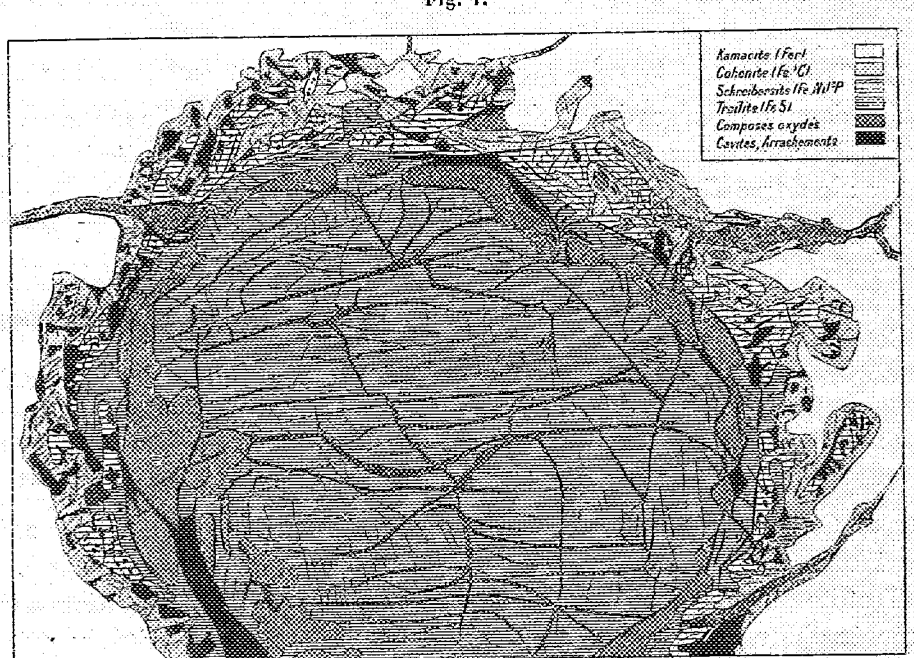
Étude d'un petit nodule. — Ce nodule elliptique, légèrement écorné par le sciage, mesure 16mm suivant son grand axe. Il est essentiellement formé d'un noyau de Troïlite ou sulfure de fer, plus ou moins fragmenté, entouré d'une couche de phosphure qui, elle-même, est enveloppée de carbure de fer au contact du métal. Une veine oxydée discontinue est venue s'intro-

(1) E. COHEN, *Meteoritenkunde*, Stuttgart, 1894 et 1903.

duire entre la Troïlite et la Schreibersite en poussant aussi de fines ramifications au milieu de la Troïlite et dans les couches enveloppantes de phosphure et de carbure. Elle contient d'ailleurs un grand nombre de petites inclusions de Troïlite. Les quelques branches qui se détachent du nodule sont aussi formées par de la matière oxydée qui a entraîné et cimenté de menus fragments de Schreibersite et de Cohénite. D'après ce photogramme, il est évident que des phénomènes mécaniques violents ont dû réagir sur ces fragments métalliques au moment de la venue des agents d'oxydation.

La reproduction agrandie de ce photogramme (*fig.* 1) montre nettement les couches superposées de sulfure de fer, de phosphure et de carbure.

Fig. 1.



Étude d'un gros nodule. — Cet autre nodule, grossièrement elliptique avec des axes de 21^{mm} et de 17^{mm}, a dû avoir, à l'origine, la même structure que le précédent, mais il en est actuellement très différent par suite des phénomènes d'oxydation ultérieure dont nous avons parlé précédemment.

Comme l'a démontré M. Le Chatelier, il peut s'établir un équilibre entre le fer, le protoxyde et le protosulfure du même métal. Au contraire, en présence d'agents d'oxydation, rien ne limite l'oxydation du phosphure.

Dans ce nouveau nodule, le sulfure de fer a été, en grande partie, conservé, tandis que le phosphure est réduit à un petit nombre de grains qui ne sont plus à leur place primitive et que le carbure a complètement disparu.

Le nodule reste formé de fragments anguleux de sulfure cimenté par des matières oxydées. Si l'on regarde cette surface polie avec un grossissement suffisant, on remarque que ni l'un ni l'autre de ses constituants n'est homogène. La Troïlite a été comme laminée et a pris une structure schisteuse avec interposition de lamelles de protoxyde de fer, parallèlement à la schistosité.

D'autre part, le ciment oxydé de composition variable, comme l'attestent les teintes différentes de sa couleur, est criblé de petits grains microscopiques de Troïlite irrégulièrement répartis. Le ciment oxydé a aussi charrié quelques grains résiduels de phosphure et accidentellement de carbure. Il n'est pas rare de trouver des grains de phosphure qui ont gardé leur forme après oxydation totale et d'autres qui ont conservé un noyau encore intact. Enfin, le nodule entier est entouré d'un mince liséré poreux qui n'a pu être identifié avec aucun constituant connu.

Conclusions. — En résumé, cette étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo nous a démontré que les parties métalliques qui paraissent homogènes renferment souvent des noyaux microscopiques et irréguliers formés de couches superposées de phosphure et de carbure de fer. De plus l'examen des nodules qui n'ont pas été soumis à l'oxydation extérieure nous a permis de reconnaître qu'ils sont formés de sulfure de fer ou Troïlite entourés de couches successives de phosphure et de carbure de fer. Enfin l'étude d'un autre nodule nous a permis de conclure que ce sulfure avait été soumis ultérieurement à des phénomènes d'oxydation et que, dans certains cas, il a dû supporter des pressions considérables, car la Troïlite a été comme laminée et a pris une structure schisteuse caractéristique.

PATHOLOGIE. — *Trypanosomiases et tsétsé dans la Guinée française.* Note de M. A. LAVERAN.

Dans une Note antérieure [1] j'ai montré que, en dehors de la Trypanosomiase humaine, endémique dans la plus grande partie de la Haute-

(1) A. LAVERAN, *Les Trypanosomiases dans l'Ouest africain français* (*Comptes rendus,* séance du 31 octobre 1904).

Guinée, on observait, dans la Guinée française, une Trypanosomiase des Équidés; j'ai signalé aussi l'existence de plusieurs espèces de *Glossina* (*Gl. palpalis, Gl. morsitans* notamment) dans différentes localités de la Guinée française.

Depuis la publication de cette Note, M. le Dr Tautain, secrétaire général du Gouvernement de la Guinée française, m'a adressé de nouveaux échantillons de sang d'Équidés atteints par l'épizootie, en même temps que plusieurs lots de mouches piquantes et des notes intéressantes sur la Trypanosomiase des Équidés en Guinée; je suis donc en mesure de compléter, sur quelques points, ma précédente Communication.

J'ai trouvé des Trypanosomes dans le sang de deux chevaux. L'un de ces chevaux appartenait au poste de Télémélé (région du Fouta-Dialon), l'autre au poste de Toumanéa sur la frontière du Fouta-Dialon et du Soudan.

M. Sauvain, chef du poste de Toumanéa, a fourni sur ce dernier cheval les renseignements qui suivent :

Jeune cheval, à Toumanéa depuis le mois d'avril 1904; a été conduit au mois de mai à Sanguiana (province de Balaya) où il est resté 1 mois environ. Les indigènes rapportent qu'il a été piqué par des mouches appelées *sigui tégué* (nom malinké). A son retour à Toumanéa, au mois de juin, il a commencé à maigrir.

A la fin de juillet, le cheval avait beaucoup maigri et il présentait un œdème abdominal très prononcé. Le bourrelet œdémateux, large de 10^{cm} à 12^{cm}, se prolongeait du côté des bourses qui elles-mêmes n'étaient pas engorgées. A la dernière période, on a noté un léger œdème des membres postérieurs.

Pendant la première quinzaine d'août l'animal a eu la fièvre presque continuellement; pendant la deuxième quinzaine, au contraire, et jusqu'à la mort, qui est survenue le 4 septembre, la température était le plus souvent au-dessous de la normale.

La faiblesse des membres était caractéristique à la dernière période de la maladie : la tête était abaissée, presque engagée entre les membres antérieurs et, quand on mettait l'animal en mouvement, le train de derrière fléchissait fortement.

On n'a noté aucun trouble de la vue.

Les urines ont toujours été de couleur normale.

Le 4 septembre, jour de la mort, la maigreur était extrême.

La maladie a duré trois mois environ.

L'autopsie faite une heure et demie après la mort a révélé les altérations suivantes :

La rate est augmentée de volume, friable; on distingue, sous la capsule, de petites taches ecchymotiques.

Le foie est également augmenté de volume, friable, avec de petites ecchymoses.

Sous le péricarde viscéral il existe une infiltration de matière gélatineuse; le myocarde est pâle. Caillots ambrés dans le cœur droit.

Poumons congestionnés s'affaissant incomplètement à l'ouverture du thorax; petites ecchymoses sous-pleurales.

Reins d'aspect normal.

Ce cheval appartenait au chef indigène de Toumanéa. C'est, dit M. Sauvain, le quatre-vingt-onzième cheval que perd ce chef qui est âgé de 55 à 60 ans; deux seulement sont morts de blessures, quatre-vingt-huit sont morts de la même maladie que le cheval dont l'observation est rapportée ci-dessus; jamais un cheval n'a pu vivre une année entière à Toumanéa.

A Sambatignan il est mort aussi dans ces dernières années beaucoup de bœufs, de moutons et de chiens, mais M. Sauvain n'a pu se procurer que des renseignements très vagues sur ces épizooties. Les bœufs vivent bien à Toumanéa alors qu'ils meurent dans une très forte proportion à Sambatignan.

La mouche *sigui tégué* existe à Toumanéa, comme à Sambatignan (Sauvain).

Les Trypanosomes trouvés dans le sang des chevaux de Télémélé et de Toumanéa sont courts, ils ne mesurent que 14^{μ} à 15^{μ} de long et se rapprochent, au point de vue morphologique, du *Trypan. dimorphon* de la Trypanosomiase des chevaux de Gambie. Il me paraît d'ailleurs impossible de se prononcer sur la véritable nature de ces Trypanosomes (comme de beaucoup d'autres) en s'appuyant sur les seuls caractères morphologiques; il sera nécessaire de les étudier à l'état vivant, au point de vue de leur action pathogène sur différentes espèces animales, et sur des animaux ayant acquis l'immunité pour les Trypanosomiases voisines.

En même temps que des préparations de sang de chevaux malades, M. Tautain m'a envoyé des mouches piquantes recueillies dans les localités suivantes : Télémélé, Toumanéa, Dinguiray, Touba, Kollangui, Medina-Kouta.

Dans le lot de mouches piquantes venant de Télémélé j'ai trouvé 10 *Glossina morsitans*.

Dans le lot de Toumanéa : 4 *Gl. palpalis* et 4 *Tabanus*.

Dans le lot de Dinguiray : 10 *Gl. morsitans* et 3 *Tabanus*.

Dans le lot de Touba : 15 *Gl. palpalis* et 4 *Tabanus*.

Dans le lot de Kollangui, comprenant 4 Diptères, je n'ai pas trouvé de *Glossina*.

Dans le lot de mouches venant de Medina-Kouta il s'agissait, 12 fois sur 12, de *Glossina* (*Gl. morsitans* 11, *Gl. palpalis* 1).

Dans ma Note antérieure j'avais déjà signalé la fréquence des *Glossina* dans les localités suivantes : environs de Conakry, Kissosso, Boffa (Río-

Pongo), pays Baga, Boké, Bagatay (bas Rio-Nunez), vallée de Kolenté, Dinguiray.

Une conclusion s'impose : c'est que les *Glossina* ou *tsétsé* abondent dans presque toute l'étendue de la Guinée française où l'existence de plusieurs maladies à Trypanosomes est déjà démontrée : la Trypanosomiase humaine et une ou plusieurs Trypanosomiases des Équidés dont la nature n'est pas encore exactement connue.

C'est grâce au bon vouloir et à l'activité de M. le Dr Tautain et de ses collaborateurs que cette enquête sur les Trypanosomiases et les tsétsé dans la Guinée française a pu donner les résultats importants que j'ai fait connaître; il serait à désirer que des enquêtes semblables fussent entreprises dans toutes nos colonies. Il faut ajouter que M. le Dr Tautain s'est trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables pour ces recherches en raison des importantes fonctions administratives qu'il remplissait.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly (28 décembre 1904), faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M.* F. Courty. Note de M. G. Rayet.

Observations de la comète.

Dates.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	Δ𝔓.
		h m s	m s	′ ″
1904. Déc. 31........	*a*	5. 5.13,07	+1.59,78	−10.40,4
31........	*b*	5.15. 7,03	+2. 4,60	+ 5.45,0
1905. Janv. 2.......	*c*	1. 9. 0,71	+2. 9,33	+ 9.18,2

Positions moyennes des étoiles de comparaisons pour 1904,0 *et* 1905,0.

Étoiles.	Autorité.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.	Équinoxe.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	A.G. Wien-Ottak., n° 265	1.14.11,21	+2,86	98.29.41,1	+ 9,8	1904
b....	A.G. Wien-Ottak., n° 263	1.14. 7,12	+2,86	98.12.38,0	+ 9,9	1904
c....	A.G. Wien-Ottak., n° 274	1.16.30,16	−0,15	96.39.22,8	− 8,8	1905

Positions apparentes de la comète.

Dates.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s		° ′ ″	
1904. Déc.	31.	10.25.34,3	1.16.13,77	$+\bar{1},555$	98.18.49,5	$-0,825$
	31.	10.35.26,6	1.16.14,54	$+\bar{1},566$	98.18.14,1	$-0,823$
1905. Janv.	2.	6.22. 8,8	1.18.39,34	$+\bar{2},279$	96.48.50,2	$-0,843$

Nota. — Les observations du 31 décembre ont été faites dans la brume ou les nuages et la seconde position en $\mathcal{P}$ n'a pu être déterminée que par un seul pointé.

Le 2 janvier, le ciel est beau. La comète offre alors l'aspect d'une nébulosité à peu près ronde de 1′ de diamètre; elle possède un noyau assez nettement stellaire de 13e grandeur.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la brochure suivante :

International Association of Academies. Second general Assembly, held in London, may 25-27, 1904, under the direction of the *Royal Society of London*. — *Report of Proceedings*.

MM. A. Binet du Jassoneix, Chavanne (G.), Guilliermond, d'Orbigny (H.), Resal (J.), Sauvageau (Camille), Servant adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

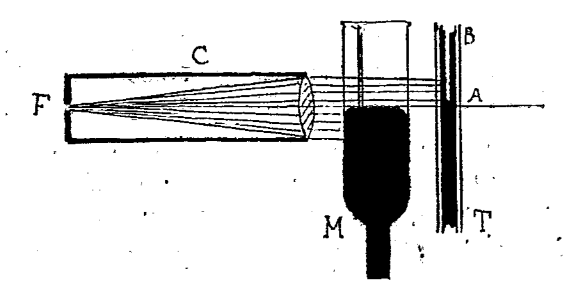
PHYSIQUE. — *Sur un mode de visée des surfaces larges de mercure.* Note de M. A. Berget, présentée par M. Lippmann.

La difficulté que l'on éprouve toujours à pointer, pour des mesures de précision, une large surface de mercure, m'a conduit à employer le dispositif suivant :

Soit M le mercure dont il faut pointer le niveau libre. On installe à côté de M un collimateur C *horizontal*, à fente très étroite F. Ce collimateur envoie un faisceau de rayons parallèles, et l'on dispose l'appareil de façon que le niveau libre à viser soit sensiblement vers le milieu du faisceau lumineux qui émerge du collimateur.

Derrière le vase contenant le mercure on dispose un tube très fin T, contenant aussi du mercure; on emploie avantageusement une tige thermométrique non graduée.

Dans ces conditions, toute la partie de la tige T qui est au-dessus du



niveau libre se trouve éclairée, alors que la partie qui est au-dessous reste dans l'obscurité.

L'éclairement de la partie supérieure se traduit par l'existence, sur le mercure du tube T, d'une génératrice lumineuse très fine AB, qui se termine brusquement et avec une grande netteté au point A, situé dans le plan même dont il s'agit de déterminer la cote au cathétomètre.

Cette génératrice est une ligne focale d'un miroir cylindrique, elle est donc définie en position, et le pointé de l'extrémité A se fait avec la plus grande précision. Dans les déterminations que j'ai faites, on a facilement et sûrement le centième de millimètre.

PHYSIQUE. — *Attraction observée entre gouttes liquides suspendues dans un liquide de même densité.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. G. Lippmann.

Quand des gouttes d'un liquide sont suspendues dans une masse d'un liquide non miscible avec elles, et de même densité, ces gouttes sont soustraites à la pesanteur et aussi à leur attraction mutuelle, qui se trouve équilibrée par la poussée due au liquide ambiant.

Si la distance qui sépare les gouttes est grande par rapport à leur diamètre, les forces capillaires sont tout à fait négligeables.

Cependant j'ai observé que les gouttes se rapprochent lentement, quel que soit le rapport de leur diamètre à leur distance mutuelle.

Il faut opérer sur une masse liquide maintenue à une température constante et uniorme, et d'ailleurs à l'abri de toute trépidation.

J'ai opéré dans la cave obscure d'une ferme distante de 2^{km} de tout endroit habité; la bâtisse est en partie creusée dans le schiste silurien qui forme la base des terres environnantes. La température, parfaitement uniforme, ne varie pas, dans cette cave, de $0°,05$ du jour à la nuit.

Le liquide était un mélange d'eau distillée et d'alcool absolu; les gouttes faites d'huile d'olive épurée.

Le mélange, de densité égale à celle de l'huile, est placé dans un cristallisoir cylindrique de 10^{cm} de hauteur, 15^{cm} de diamètre, dont les bords supérieurs rodés peuvent être fermés par une glace transparente plane.

Les gouttes d'huile y sont introduites à l'aide d'un tube capillaire très fin, qu'un dispositif très simple permettait de retirer normalement à la surface du liquide, à l'aide d'un déclic assez brusque pour que la goutte d'huile, retenue par frottement, restât immergée dans le liquide.

Le cristallisoir est protégé par un cylindre métallique contre le rayonnement de l'observateur.

On observait la projection de la position des gouttes dans un plan vertical et dans un plan horizontal. Pour cela le cylindre métallique, ouvert à sa partie supérieure, portait de plus une fente latérale verticale. Sous le cristallisoir, et en face de la fente, se trouvaient deux miroirs plans. Les gouttes jaunes, éclairées par un faisceau de lumière réfléchie, envoyé dans des directions convenables, se détachaient nettement de la masse du liquide; leurs positions s'observaient sans erreur de parallaxe sensible, grâce à la réflexion dans les miroirs.

Ascension verticale d'une goutte. — Quels que soient les liquides employés l'égalité absolue de densité n'est jamais obtenue; d'ailleurs il se produit toujours de très légères altérations chimiques, qui viennent modifier les densités initiales. Par suite, les gouttes montent ou descendent, mais avec une extrême lenteur.

En particulier, dans le cas de gouttes d'huile, dans un mélange d'eau et d'alcool, le phénomène connu *des larmes du vin fort* amène une augmentation lente de la densité des couches inférieures du mélange. Par suite les gouttes d'huile montent vers la surface; on constate de plus que leur transparence initiale est troublée, petit à petit, par une opalescence grisâtre.

On sera assuré que la masse liquide est en repos parfait lorsque l'ascension de la goutte d'huile se fera suivant une verticale.

Dans les conditions où j'ai opéré, j'obtenais toujours cette ascension verticale avec des gouttes placées soit au centre, soit à des distances quelconques des bords du cristallisoir.

Ascension dans le cas de deux ou plusieurs gouttes. — Si l'on introduit dans le mélange deux gouttes d'huile, les phénomènes changent. J'opérais sur des gouttes de diamètre variant de 1^{mm} à 5^{mm}, abandonnées sur un même

diamètre à environ 25^{mm} des bords; la distance initiale étant d'environ 100^{mm}.

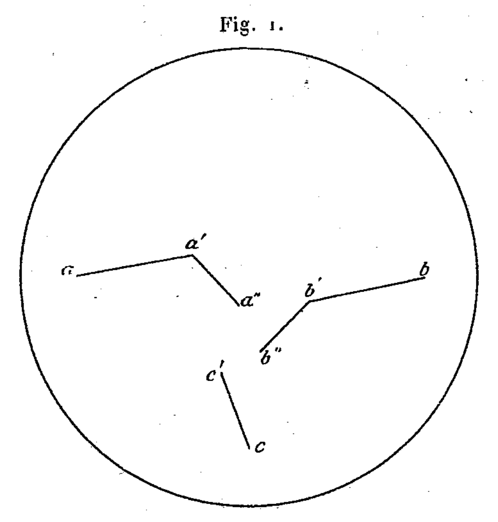
Des lectures faites de 2 en 2 heures, verticalement et horizontalement, permettaient de suivre la trajectoire de ces gouttes.

On a constaté ainsi qu'elles montent vers la surface selon une trajectoire dont les projections horizontales et verticales sont légèrement courbes, et toutes deux dirigées de façon à rapprocher les gouttes. Les vitesses de rapprochement sont à chaque instant sensiblement comme l'inverse de la distance entre les gouttes au même moment.

Si au cours d'une expérience on vient à introduire, avec des précautions convenables, une troisième goutte d'huile, les trajectoires des deux premières gouttes sont déviées vers la troisième goutte, qui suit elle-même une trajectoire analogue.

La figure 1 représente le graphique horizontal d'une expérience faite sur des gouttes d'huile de diamètre sensiblement égal à 2^{mm}; la durée totale de l'expérience

Fig. 1.



a été de 70 heures. Les portions aa' et bb' se rapportent à l'attraction entre les deux premières gouttes. $a'a''$, $b'b''$, cc' sont les trajectoires obtenues après l'introduction de la troisième goutte. L'expérience a été arrêtée parce que les gouttes sont arrivées à la surface avant de s'être rejointes et, à partir de ce moment, se sont très rapidement rapprochées.

Ces expériences sont assez difficiles; aussi je n'ai pu obtenir en deux mois (juillet-septembre 1902) que six courbes différentes.

Toutefois, la constance qui se manifeste dans leur allure générale m'a amené à étudier l'attraction entre corps solides immergés au sein d'une même masse liquide.

Les méthodes employées dans ces recherches feront l'objet d'une prochaine publication.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés radioactives photogéniques du corail calciné placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques.* Note de M. GASTON SÉGUY, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'une série d'expériences sur la phosphorescence des minéraux, des gaz et des corps chimiques soumis dans le vide à l'influence des rayons cathodiques et sur la valeur comparée de ces diverses luminescences et phosphorescences au point de vue photogénique, nous avons été conduit à exposer à l'influence de radiations d'origine différente, pendant une même durée de temps, des plaques sensibles photographiques, de même émulsion, de façon à juger de l'action radiochimique des diverses substances, constituant la source d'émission.

Ces expériences nous ont conduit à des résultats que nous nous bornerons à énoncer, sans interpréter, pour l'instant du moins, les causes et les origines du phénomène observé.

Les plaques exposées ont donné des clichés dont la valeur comparative, au point de vue photogénique, peut être exprimée par les nombres 0, 1, 2, 3, 4, chiffres qui correspondent à un effet nul, une pose insuffisante, un commencement d'image, une impression normale et, enfin, une image d'une netteté et d'une intensité parfaite.

Classement des 20 clichés, selon la méthode ci-dessus (¹).

Numéros.			Numéros.		
2.	0	Spectre jaune	4.	2	Spectre rouge
12.	0	» jaune	15.	2	» bleu
1.	1	» jaune	13.	2	» ZnS vert
6.	1	» vert	14.	2	» violet
5.	1	» bleu	20.	3	» bleu
7.	1	» bleu	16.	3	» rouge
9.	1	» bleu	17.	3	» Az rouge
19.	1	» Az rouge	3.	3	» lampe incand.
10.	1	» vert	18.	4	» corail violet
8.	1	» violet			
11.	1	» CO^2 vert			

(¹) Voir le Tableau des épreuves, clichés négatifs résultant des expériences.

Comme l'indique le Tableau ci-contre, c'est le corail calciné (carbonate de chaux et de magnésie) qui a donné le cliché le plus parfait et le plus intense. Ce corail phosphorescent excite la fluorescence des écrans au platinocyanure de baryum.

La puissance photogénique de cet éclairage est plus grande que celle d'autres lumières, qui, à l'œil, paraissent plus brillantes. On en peut sans doute conclure que cette phosphorescence est riche en rayons ultraviolets.

PHYSIQUE. — *De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures*. Note de M. **F.-P. Le Roux**, présentée par M. H. Becquerel.

L'action de la température sur l'émission de la lumière par les corps phosphorescents avait été entrevue par les anciens observateurs tels que Dufay et Couton. Mais c'est dans les mémorables recherches d'Edmond Becquerel que les circonstances de cette action ont commencé réellement à être précisées. Dans ses propres recherches, M. H. Becquerel a confirmé et étendu les résultats annoncés par son père (*Comptes rendus*, 1891, p. 557).

Le résultat général de leurs observations peut s'exprimer en disant que, pour chaque corps phosphorescent et chaque radiation émise, l'intensité relative de l'émission est une fonction nettement déterminée de la température; elle reste la même lorsque le corps en état de phosphorescence passe, toutes choses égales d'ailleurs, par une température donnée, soit par échauffement soit par refroidissement.

Les différents corps phosphorescents se comportent d'ailleurs de manières entièrement différentes.

Depuis l'époque des travaux d'Edmond Becquerel, la Physique s'est remarquablement enrichie du côté de l'obtention des basses températures, à l'occasion des recherches sur la liquéfaction des gaz.

Divers physiciens ont utilisé ces nouvelles ressources dans l'étude des phénomènes de phosphorescence. C'est ainsi que M. Pictet (*Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 527) opérant sur les sulfures de calcium, de baryum et de strontium, a observé l'extinction à des températures comprises entre — 100° et — 70°.

M. Dewar (*Chemical News*, 1894) aurait obtenu des résultats analogues. De même M. Ch. Henry (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 662) a constaté que son sulfure de zinc phosphorescent devient *presque noir* vers — 79°, et qu'après réchauffement il reprenait, autant qu'on en peut juger, l'intensité initiale.

J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de reprendre toutes ces expériences en descendant jusqu'à la température de l'air liquide et en établissant des comparaisons méthodiques.

J'ai opéré sur le sulfure de calcium bleu clair, dont l'éclat, aux environs de la température du corps humain, varie d'une façon très sensible dans le même sens que la température.

A cet effet, j'ai tassé une certaine quantité de sulfure dans deux petits tubes de verre plats, scellés à la lampe, que j'ai excités simultanément avec une lumière de magnésium.

En plongeant un de ces tubes dans l'air liquide, la phosphorescence s'éteint *complètement.* Le tube étant retiré du bain réfrigérant, on voit la phosphorescence commencer à se rétablir au bout de quelques secondes et son intensité prendre sa valeur maximum lorsque le tube se trouve ramené en équilibre de température avec l'enceinte. Elle apparaît plus ou moins supérieure à celle du tube témoin suivant que le tube réfrigéré est resté plus ou moins longtemps dans l'état d'extinction. Cela s'explique immédiatement dans l'hypothèse que la réfrigération ne fait que suspendre l'émission de la lumière phosphorescente, sans la détruire même partiellement. La phosphorescence est conservée à l'état potentiel. Il en résulte que lorsque le tube réfrigéré revient à la même température que le tube témoin, il est plus lumineux que lui parce qu'il reprend une intensité que possédait ce dernier à une époque antérieure.

Une seconde question se pose maintenant : le corps étant initialement à une température où son énergie lumineuse acquise deviendrait continûment latente, peut-il acquérir directement une telle énergie sous forme continûment latente?

L'expérience répond affirmativement. Un tube de sulfure, ramené à l'état inactif par un abandon suffisamment prolongé dans la chambre noire, fut plongé, étant toujours dans la chambre noire, en un bain d'air liquide. Tout le système étant sorti de la chambre noire, il fut activé, ainsi qu'un tube témoin, au moyen de la lumière du magnésium.

Le tout étant ramené dans la chambre noire, le tube immergé ne manifeste point la moindre luminosité; on devait s'y attendre. Mais en sortant le tube du bain, et en le laissant se réchauffer, il devient lumineux, se comportant par rapport au tube témoin comme dans l'expérience précédente.

Il faut remarquer que, dans les expériences telles que je les ai réalisées, l'énergie lumineuse potentielle acquise a toujours été celle maximum que pouvait produire la lumière activante. La conclusion de ces expériences pourrait donc être formulée en disant : l'énergie lumineuse potentielle maximum que peut induire dans un corps phosphorescent donné une lumière activante donnée est indépendante de la température. La circonstance *température* n'influe que sur la vitesse de transformation de l'énergie lumineuse potentielle en énergie lumineuse actuelle.

PHYSIQUE. — *A propos d'une prétendue démonstration de l'existence des rayons* N *par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé.* Note de MM. **M. Chanoz** et **M. Perrigot**, présentée par M. d'Arsonval.

M. Bordier ([1]) croit pouvoir démontrer l'existence des rayons N par l'expérience suivante :

Sur une plaque sensible recouverte de papier blanc il place un ou des écrans insolés formés de gouttes ou de bandes étroites d'un mélange de collodion et de sulfure de calcium.

Une masse d'acier trempé (lime ou billes) recouvre un certain nombre de ces gouttes ou bandes. Un poids égal de plomb est déposé sur d'autres gouttes ou bandes de sulfure.

La pose est de 48 heures.

Après développement de la plaque, on constate que chaque placard de sulfure a donné une impression photographique complexe : une zone noire centrale, une auréole grise dégradée périphérique. Dans ses expériences, M. Bordier observe que les auréoles sont plus larges sous la lime que sous le plomb. Il admet que la plus grande largeur de l'auréole est due à l'action de la lime, ou plutôt aux rayons N qu'elle émet. Il en conclut que c'est là une preuve objective de l'existence des rayons N.

N'ayant jamais, dans de nombreuses expériences antérieures, constaté de différences appréciables dans la trace photographique d'écrans au sulfure insolé soumis on non au rayonnement N d'un bec Auer, nous avons tenu à répéter les essais de M. Bordier et à étudier les conditions de formation de l'auréole à laquelle cet auteur attache une si grosse importance.

Nous résumons ici ce que nous avons constaté d'essentiel dans nos recherches faites avec des écrans sulfurés : au collodion, à la gomme arabique et à matière poisseuse spéciale.

1° Il n'est pas nécessaire, pour constater les auréoles, de faire des poses de 24 ou 48 heures. Il suffit d'un temps très court (des secondes) pour les observer nettement quand elles doivent se produire.

2° Pour des écrans ne différant que par l'épaisseur de la couche de sulfure, la largeur de l'auréole dépend de l'épaisseur de cette couche.

Un écran à couche mince de sulfure obtenu par tamisation ne donne pas d'auréole appréciable s'il est placé *rapidement* au contact du papier blanc recouvrant *exactement* la plaque sensible. Un écran épais, formé par écoulement d'un tube du mélange

---

([1]) *Comptes rendus*, décembre 1904.

de sulfure et de matière adhérente, donne dans les mêmes conditions une large auréole.

3° Pour un écran donné, la largeur de l'auréole dépend de la distance de cet écran à la plaque sensible.

L'auréole est minima si l'écran est muni d'une masse pesante plane qui l'applique aussi exactement que possible contre la plaque photographique. Dans de certaines limites, l'auréole augmente par éloignement de la plaque sensible, que cet éloignement se produise par l'existence d'un pli du papier blanc, d'une incurvation de l'écran ou de toute autre cause.

4° Si deux écrans identiques, *adaptés préalablement sous des masses pesantes égales, planes,* sont *au même instant* placés sur la plaque sensible, les auréoles sont les mêmes, quelle que soit la nature de chacune des masses pesantes.

Une différence de quelques degrés centigrades dans la température de ces masses pesantes n'influe pas pratiquement sur la grandeur des auréoles.

5° Soient deux écrans insolés identiques. L'écran n° 1 est placé sur le papier recouvrant la plaque sensible; on dépose ensuite sur la même plaque le n° 2 adapté préalablement sous sa masse pesante; finalement, c'est-à-dire 15 à 20 secondes après le début de l'expérience, on recouvre le n° 1 d'une charge égale.

Le cliché obtenu dans de telles conditions montre les résultats suivants :

a. Si les écrans employés sont à couche mince de sulfure, l'écran n° 1 possède une auréole; il n'y a pas d'auréole pour le n° 2.

b. Si les écrans sont à couche épaisse, l'auréole est plus large pour le n° 1 que pour le n° 2.

Ces résultats sont vrais *quelle que soit la masse pesante plane recouvrant chacun des écrans.*

En résumé, deux masses égales de plomb et d'acier trempé, placées identiquement par une face plane sur des écrans comparables comme épaisseur et insolation, ne donnent jamais d'auréoles différentes, quelle que soit la durée de la pose.

Si, dans des essais pratiqués avec des écrans identiques, on observe des auréoles inégales, il faut rechercher la raison de cette différences non pas dans la nature des masses pesantes utilisées, mais dans la manière dont s'est établi dans le temps et l'espace le contact des écrans isolés avec la plaque photographique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles*. Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

MM. Zwardemaker et Quix [1] ont cherché le minimum de puissance nécessaire pour produire une sensation sur l'oreille : pour les tuyaux, ils

[1] *Archiv. für Anatomie und Physiologie* (*Physiologische Abtheilung : Supplément*, 1902, p. 367-398).

calculaient l'énergie sonore par la méthode de lord Rayleigh [1] d'après le débit et la pression de l'air. Ils ont trouvé deux maxima de sensibilité pour l'oreille, l'un pour le son 3072 (*sol*$_5$ 3100 vs), qui correspond à la résonance du conduit auditif externe, et un autre pour le son 512 (*ut*$_3$ 517 vs), déjà trouvé par Wead.

Il était intéressant de chercher si les sons voyelles présentaient des phénomènes analogues.

Il est très difficile d'employer les voyelles naturelles, parce que l'on ne peut pas déterminer, chez un sujet normal, le débit et la pression de l'air qui s'écoule des poumons pendant la phonation [2]; j'ai donc pensé à employer les sons de la sirène à voyelles; il est facile, en effet, de mesurer sur cet instrument les deux quantités dont on a besoin; le travail dépensé pendant une seconde sera exprimé en kilogrammètres par le produit VH, le volume V étant mesuré en mètres cubes et la pression en millimètres d'eau [3].

Les conditions de l'expérience étaient les suivantes :

Altitude : 83^m.

Date : mois d'août entre 6^h et 7^h du soir.

Température comprise entre 20° et 23°.

Temps sec (il n'avait pas plu depuis un mois).

Vitesse du vent : nulle.

Nature du sol : prairie.

Observateur : oreille très fine, culture musicale nulle.

L'observateur et la sirène étaient à une distance déterminée et l'on augmentait l'énergie du son jusqu'à ce qu'il fût entendu.

Les résultats sont contenus dans le Tableau suivant, l'énergie est exprimée en kilogrammètres et la distance en mètres :

	OU.		O.		A.	
Notes.	Énergie.	Distance.	Énergie.	Distance.	Énergie.	Distance.
ut$_{-1}$	0,06	70	0,012	70	0,016	70
ut$_1$	0,044	125	0,004	125	0,0033	125
sol$_2$	0,06	125	0,008	125	0,00055	125
ut$_3$	0,015	125	0,00037	125	0,00096	125
ut$_3$	0,038	150	0,0011	150	0,0022	150
ut$_3$	0,05	210	0,033	290	0,039	290

(1) *Philosophical Magazine*, 1894.

(2) Sur une femme trachéotomisée, Cagniard de Latour avait trouvé que la pression de l'air sortant était de 100^{mm} d'eau pour les sons graves et de 200^{mm} pour les sons aigus.

(3) Lord Rayleigh, *loc. cit.*

E.			I.		
Notes.	Énergie.	Distance.	Notes.	Énergie.	Distance.
ut_1	0,0023	70	ut_2	0,00026	70
fa_3	0,000071	125	fa_5	0,00045	125
fa_4	0,00013	125	si_5	0,00011	125
fa_4	0,00066	150	fa_6	0,0000003	125
fa_4	0,008	290	fa_6	0,0000003	150
			fa_6	0,014 (1)	290

1. *Vocables.* — On voit que, à distance constante (125m), chaque voyelle est perçue pour un minimum d'énergie sur une note déterminée; pour OU et O, ut_3; pour A, sol_2; pour É, fa_3; pour I, fa_6. Dans ces conditions, la vocable correspondant à OU est ut_3; à O, ut_4; à A, $ré_4$; à É, fa_4; à I, fa_6. Or ces notes sont voisines de celles que des expérimentateurs, qui se servaient de l'oreille uniquement, ont trouvées comme vocables pour les voyelles. Ceci permet d'expliquer un point resté obscur dans leurs expériences de synthèse. Quand ils disaient, par exemple : en faisant vibrer un résonnateur $si\flat_3$ (très voisin de ut_4) au moyen d'un diapason à anche $si\flat_2$, on obtient un très bel O; cette expression assez vague, un très bel O, veut dire simplement que l'O obtenu pour un minimum d'énergie produisait la plus vive impression sur leur oreille. Il en est de même pour les autres voyelles.

2. *Voix chantée.* — Les professeurs de chant, et Lefort en particulier, admettent que l'on peut chanter n'importe quelle voyelle sur n'importe quelle note, comprise dans le registre de la voix, pourvu que la voyelle soit bien émise, c'est-à-dire que la note rendue par la cavité buccale soit dans le rapport que j'ai indiqué avec la note fondamentale; mais comme d'un autre côté l'oreille est plus sensible à certaines voyelles émises sur certaines notes, on s'explique que les chanteurs ne se gênent pas pour changer une voyelle émise sur une note uniquement pour être agréables à leurs auditeurs et cela est d'autant plus avantageux pour eux qu'ils ont besoin d'un moindre effort.

3. *Voix parlée.* — Un orateur peut avoir besoin d'émettre la voyelle portant le plus loin avec un minimum d'énergie, sur une note comprise dans le registre de sa voix : il est donc obligé de renoncer aux voyelles É et I qui ne portent loin que sur des notes trop aiguës. OU est éliminé puisque sur la note ut_3 il faut une énergie 0,015 pour porter à 125m; restent donc les deux voyelles O et A, et c'est en effet celles que l'on emploie.

4. Il était intéressant de se demander si l'éducation de l'oreille n'avait pas une certaine influence; j'ai donc recommencé les mêmes expériences en prenant comme observateur un très bon musicien ayant une oreille très cultivée. Les phénomènes ont été du même ordre mais encore plus marqués.

Applications. — 1° *La note des sirènes* employées sur les côtes est actuel-

(1) Lord Rayleigh avait trouvé une énergie de 0,01862 pour un sifflet donnant fa_6 et portant à 200m.

lement le *ré*$_3$ après avoir été longtemps le *la*$_3$; peut-être y aurait-il lieu de chercher si des notes plus aiguës n'auraient pas une portée plus grande tout en exigeant une dépense moindre d'énergie.

2° *Dans les acoumètres*, il est indispensable non seulement d'avoir une vibration de nature déterminée, mais encore de bien connaître la note fondamentale sur laquelle cette vibration est émise.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les fluorures d'indium et de rubidium.* Note de MM. C. CHABRIÉ et A. BOUCHONNET, présentée par M. H. Moissan.

Comme suite à des études précédentes entreprises par l'un de nous sur les métaux alcalins rares ([1]) et sur le poids atomique de l'indium ([2]), nous nous sommes proposé de préparer les fluorures de rubidium et d'indium.

Fluorure d'indium. — On prépare de l'hydrate d'indium par l'action de l'ammoniaque sur une solution de chlorure ou de sulfate d'indium. Cet hydrate, soigneusement lavé, est traité dans une capsule de platine par de l'acide fluorhydrique pur qui le dissout avec facilité. L'évaporation lente de la solution chauffée au bain-marie laisse déposer une masse cristalline blanche de fluorure d'indium hydraté.

Ce produit est formé d'aiguilles de plusieurs millimètres de longueur, d'un blanc mat, qui sont très peu solubles dans l'eau froide et insolubles dans l'alcool et l'éther. L'acide chlorhydrique le dissout bien à froid; l'acide nitrique le dissout mieux à chaud qu'à froid. L'eau mise à bouillir avec ce fluorure, puis abandonnée au refroidissement, laisse déposer une masse blanche et prend la réaction fortement acide. Il y a dissociation, car le produit qui reste après ébullition avec l'eau contient d'autant moins de fluor que la quantité d'eau employée a été plus considérable.

Le fluorure d'indium hydraté émet des vapeurs acides à l'air; il attaque les vases dans lesquels il a été conservé.

Si on le chauffe au rouge dans un creuset de platine recouvert d'un verre de montre, on constate que le verre est dépoli et qu'il reste au fond du creuset une poudre jaune qui est du sesquioxyde d'indium ne contenant plus de traces d'acide fluorhydrique, car l'acide sulfurique chauffé avec cette poudre ne donne pas de gaz capables de graver le verre.

([1]) C. CHABRIÉ, *Sur quelques composés du cæsium* (*Comptes rendus*, mars 1901) et *Contribution à l'étude du cæsium* (*Comptes rendus*, juillet 1901).

([2]) C. CHABRIÉ et E. RENGADE, *Sur la place de l'indium dans la classification des corps simples* (*Comptes rendus*, décembre 1900) et *Contribution à l'étude de l'indium* (*Comptes rendus*, février 1901).

Si l'on chauffe dans un creuset de platine du fluorure d'indium, le produit perd son eau et prend un aspect blanc laiteux.

Le fluorure d'indium hydraté a pour formule $In^2F^6, 18H^2O$.

La théorie exige : In = 34,12 ; F = 17,14 ; H^2O = 48,74.

L'analyse a donné : In = 33,94 ; F = 17,02 ; H^2O = 49,04.

Fluorhydrate de rubidium. — En mélangeant en proportions convenables du carbonate neutre de rubidium en solution versée goutte à goutte dans de l'acide florhydrique, on obtient une solution de fluorhydrate de fluorure de rubidium.

En évaporant la solution très lentement, on a des cristaux en trémies très nets. Si l'évaporation est rapide, on obtient de larges tablettes contenant de l'eau mère.

Les cristaux sont, dans les deux cas, très déliquescents. Il sont insolubles dans l'alcool et l'éther. On ne peut les avoir anhydres qu'en les laissant longtemps sous une cloche contenant l'acide sulfurique dans laquelle on a fait le vide.

La théorie, pour le fluorhydrate de fluorure anhydre RbF.HF, exige Rb = 68,5 ; F = 30,64. Nous avons trouvé : Rb = 68,34 ; F = 30,47.

Si l'on chauffe le fluorhydrate anhydre de rubidium avec du fluorhydrate d'ammoniaque en grand excès jusqu'à ce que les vapeurs du sel ammoniacal aient cessé de se dégager, on obtient comme résidu une masse blanche dont la composition est voisine de celle du fluorure RbF sans cependant lui correspondre rigoureusement. La quantité de rubidium trouvée dans ce résidu est 78,98 pour 100, et la théorie exigerait 81,73.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Limite de copulation du diazobenzène et de l'aniline.* Note de M. **Léo Vignon**.

On sait que le chlorure du diazobenzène copulé avec l'aniline fournit, après transposition moléculaire, l'aminoazobenzène $C^6H^5N^2C^6H^4NH^2$.

Cette amine azoïque est diazotable et semble devoir fournir de nouveaux dérivés par copulation.

J'ai étudié la limite de ces réactions en me bornant au cas de l'aniline. Cette détermination est en effet un point de départ utile pour l'étude de copulations plus compliquées.

1° *Action du chlorure de diazobenzène sur l'aminoazobenzène.* — J'ai mis en présence 1^{mol} de chlorure de diazobenzène, 1^{mol} d'aminoazobenzène et 1^{mol} de carbonate de potassium, en variant les conditions de l'expérience.

Le chlorure de diazobenzène étant en solution aqueuse refroidie vers 0°, je l'ai fait agir successivement sur l'aminoazobenzène en solution alcoolique à + 5°, ou refroidie à — 4° : on n'observe aucune copulation, le chlorure de diazobenzène se décompose avec production d'aldéhyde éthylique.

Le chlorure de diazobenzène en solution aqueuse a été mis en présence d'aminoazobenzène en suspension dans l'eau ; le mélange, refroidi à 0°, a été agité pendant 1 heure, 2 heures, etc., au secoueur mécanique, il n'y a eu aucune réaction.

En résumé, le diazobenzène ne se copule pas avec l'aminoazobenzène, et le corps

$$C^6H^5N^2NHC^6H^4N^2C^6H^5$$

n'a pu être obtenu.

2° *Action du chlorure de diazoaminoazobenzène sur l'aniline.* — Le corps

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2Cl,$$

en solution aqueuse refroidie vers 0°, réagit facilement sur l'aniline en solution aqueuse à 0° en présence du carbonate de potassium. Il se précipite un produit jaune, qui se purifie facilement par cristallisation dans l'alcool. Ce corps fond à 112° et présente les propriétés des diazoamines.

J'ai dosé l'azote diazoïque dans cette substance en opérant comparativement avec du diazoaminobenzène :

	Azote diazoïque	
	trouvé.	calculé.
Diazoaminobenzène...............	13,69	14,21
Diazoaminoazobenzène.............	6,90-7,40	9,30

Pour étudier la transposition moléculaire de ce corps en dérivé azoïque, je l'ai fait agir sur un mélange d'aniline et de chlorhydrate d'aniline, en opérant comparativement avec le diazoaminobenzène. La réaction est complète après 24 heures de chauffage à 40°. J'ai obtenu dans les deux cas de l'aminoazobenzène. Le mode de formation de ce corps est intéressant dans le cas de la transposition du diazoaminoazobenzène, on a en effet

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2NHC^6H^5 + C^6H^5NH^2 = 2(C^6H^5N^2C^6H^4NH^2).$$

L'aminoazobenzène semble donc être la limite de la copulation diazobenzène aniline. Je dois mentionner toutefois que, dans cette transposition, Nietzki et Diesterweg ont obtenu une très faible proportion du corps $C^6H^5N^2C^6H^4N^2C^6H^4NH^2$. Pour 1^{kg} d'amidoazobenzène ils formèrent à peine 10^g d'un composé acétylé

$$C^6H^5N^2C^6H^4N^2C^6H^4NHCOCH^3$$

se transformant lui-même avec un faible rendement en aminoazoïque.

3° *Action du diazobenzène sur l'aniline.* — J'ai laissé de côté la réaction de 1^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} d'aniline, qui donne naissance au diazoaminobenzène.

Dans le but de préparer le corps $(C^6H^5N^2)^2NC^6H^5$ j'ai fait agir successivement :

a. 1^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} de diazoaminobenzène pour réaliser la réaction

$$C^6H^5N^2Cl + C^6H^5N^2NHC^6H^5 + NaOH = (C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + NaCl + H^2O.$$

Aucune copulation ne se produit dans ce cas, quelles que soient les conditions de l'expérience.

b. 2^{mol} de chlorure de diazobenzène sur 1^{mol} d'aniline suivant

$$2(C^6H^5N^2Cl) + C^6H^5NH^2 + 2(NaOH) = (C^6H^5N^2)NC^6H^5 + 2(NaCl) + 2(H^2O),$$

résultat négatif. Ces réactions n'ont lieu ni en solution aqueuse, ni en solution dans les alcools éthylique ou méthylique.

Par contre, l'anilinebidiazobenzène se forme facilement dans la réaction indiquée par Pechmann et Frobenius : action de 2^{mol} de nitrosoacétanilide sur 1^{mol} d'aniline en présence d'un alcali suivant :

$$2(C^6H^5NONCOCH^3) + 2KOH + C^6H^5NH^2 = 2(CH^3CO^2K) + (C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + 2(H^2O);$$

en opérant à — 5°, l'anilinebidiazobenzène se précipite en aiguilles jaune orange; elle est très peu stable et détone fortement par élévation de température.

L'anilinebidiazobenzène, chauffée pendant 24 heures à 40° avec l'aniline et le chlorhydrate d'aniline, se transpose en un corps azoïque qui n'est autre que l'aminoazobenzène

$$(C^6H^5N^2)^2NC^6H^5 + C^6H^5NH^2 = 2(C^6H^5N^2C^6H^4NH^2).$$

L'aminoazobenzène représente en somme la limite stable des combinaisons azoïques possibles entre le diazobenzène et l'aniline. Il faut remarquer que cette limite diffère de celle qui est donnée par le diazobenzène et le phénol; j'ai montré, en effet (*Comptes rendus*, 24 mai 1904), que, dans ce dernier cas, la limite était constituée par le phénolbidiazobenzène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Camphène, camphénylone, isobornéol et camphre.* Note de MM. L. **Bouveault** et G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrogénation du camphre donne naissance à deux alcools capables l'un et l'autre de régénérer le camphre par oxydation : l'un des deux est le bornéol, identique au produit naturel, le second a été nommé d'abord *bornéol instable*, puis *isobornéol*. On les considéra naturellement comme deux alcools secondaires et M. Haller expliqua leur isomérie par des considérations stéréochimiques.

Ces deux alcools ont des propriétés chimiques assez différentes; tandis que le bornéol présente une très grande résistance à la déshydratation, son isomère perd facilement 1^{mol} d'eau, en se transformant en camphène. De son côté, le camphène se combine très aisément aux acides gras, en présence de petites quantités d'acide sulfurique, en donnant des éthers de l'isobornéol.

Depuis que l'oxydation méthodique du camphène a montré que cet hydrocarbure, si facile cependant à transformer en camphre, possède un squelette d'atomes de carbone différent de celui du camphre, un certain nombre de savants, notamment M. E. Wagner, ont émis l'idée que l'isobornéol est un dérivé immédiat du camphène et non pas du camphre et

n'est transformé en ce dernier qu'au moyen d'une transposition moléculaire. Ces savants représentent le camphène par une formule que, pour éviter toute controverse sur ce sujet spécial, nous écrirons simplement

$$C^8H^{14} = C = CH^2;$$

pour eux, l'isobornéol est l'hydrate de camphène, c'est-à-dire l'alcool tertiaire

$$C^8H^{14} = \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH^3.$$

Les mêmes savants sont d'accord pour donner à la camphénylone la formule $C^8H^{14} = CO$, étant entendu que le groupement C^8H^{14} est identique dans le camphène et la camphénylone.

Si les vues de M. Wagner sur la constitution de l'isobornéol étaient exactes, on devrait pouvoir faire la synthèse de l'isobornéol en traitant la camphénylone par l'iodure de méthylmagnésium. Cette expérience, réalisée par M. Tschugaeff, lui a fourni un alcool différent de l'isobornéol. Elle a été répétée par MM. E. Wagner, H. Moycho et F. Zienkowksi (*D. ch. G.*, t. XXXVII, p. 1037) qui ont, en effet, obtenu un alcool fondant à 117°,5-118°, complètement différent de l'isobornéol.

Ce nouvel alcool, le méthylcamphénylol, traité par l'acide sulfurique et l'acide acétique, donne un hydrocarbure présentant les constantes physiques du camphène et un acétate qui a semblé aux auteurs russes un mélange de son propre acétate et d'acétate d'isobornyle. Nous avons tenu à préparer également cet alcool tertiaire afin de le comparer à l'isobornéol, au point de vue de leur action sur l'acide pyruvique. L'un de nous a montré récemment (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 984) que l'acide pyruvique décompose les alcools tertiaires en hydrocarbures éthyléniques et eau, tandis qu'il donne des pyruvates avec les alcools primaires et secondaires.

Afin d'être certain d'avoir un produit exempt d'isobornéol, nous avons purifié la camphénylone en la faisant passer à l'état de semicarbazone.

Cette combinaison cristallisée, très peu soluble dans les dissolvants, cristallise bien dans l'acétate d'éthyle bouillant et fond à 242°. La camphénylone qu'on en régénère bout à 195° et fond à 43°.

L'alcool tertiaire obtenu à l'aide de l'iodure de méthylmagnésium répond fidèlement à la description donnée par MM. Wagner, Moycho et Zienkowski. Nous l'avons mélangé à son poids d'acide pyruvique et nous avons porté rapidement le mélange à 140°-150°. Le produit se sépare aussitôt en deux couches : la supérieure est formée d'un hydrocarbure que nous verrons être le camphène racémique; l'inférieure, de l'acide pyru-

vique aqueux. Si, au lieu d'interrompre la réaction aussitôt, on maintient le produit pendant 6 à 8 heures à la température de 160°, on constate que les deux couches se mélangent à nouveau. En distillant le produit dans le vide on en retire du camphène et une notable quantité d'un pyruvate bouillant à 133°-134° sous 11^{cm} et fournissant une semicarbazone qui, après cristallisation dans le benzène, fond à 214° sur le bain de mercure (par projection sur le bain chaud, on n'obtient la fusion instantanée qu'à 221°).

Cette formation de pyruvate est due à ce que le camphène qui prend naissance dans la réaction se combine à l'acide pyruvique. Nous avons constaté que le camphène actif ($\alpha_D = -80°$) aussi bien que le camphène racémique, maintenus même à 100° pendant 6 à 8 heures avec de l'acide pyruvique, donne naissance au même pyruvate, fournissant la même semicarbazone. L'isobornéol régénéré de ce pyruvate est dans tous les cas inactif.

Le nouvel alcool se comporte donc bien comme un alcool tertiaire. Il y a d'abord déshydratation et ce n'est qu'ensuite que l'acide pyruvique se combine au camphène. Au contraire, l'isobornéol réagit sur l'acide pyruvique à 160° en s'éthérifiant lentement, comme le font les alcools primaires et secondaires. L'eau formée distille peu à peu entraînant avec elle une petite quantité de camphène, ce qui ne ressemble nullement à la réaction immédiate avec séparation en deux couches. On obtient avec un très bon rendement un pyruvate que sa semicarbazone démontre identique au précédent.

Pour démontrer la constitution du camphène provenant du méthylcamphénylol, nous l'avons transformé en camphre par la méthode de M. Berthelot. Ce camphre qui est racémique a fourni une oxime en magnifiques cristaux fusibles à 120°, identique à la camphoroxime racémique. Ce passage de la camphénylone au camphre en constitue une synthèse partielle assez intéressante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la coagulation diastasique de l'amidon.* Note de MM. **J. Wolff** et **A. Fernbach**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1217) nous avons fait voir le rôle important que joue, dans la coagulation diastasique de la fécule, l'état de liquéfaction de l'amidon produit soit par une diastase liquéfiante, soit par l'action de la chaleur sous pression. Nous avons rapporté des expériences dans lesquelles l'extrait coagulant et l'extrait liquéfiant agissaient soit simultanément, soit successivement. Les deux actions

successives peuvent être séparées d'une manière encore plus complète, en faisant agir l'une des diastases pendant un certain temps, et la détruisant ensuite par l'action de la chaleur avant de faire agir l'autre.

Expérience I. — On prépare de l'empois de fécule à 4,5 pour 100 et on le chauffe pendant une heure à 125°, c'est-à-dire très modérément. 10^{cm^3} de cet empois sont additionnés de $0^{cm^3},5$ de macération d'orge ou de blé à 10 pour 100. Après 20 minutes de contact, on chauffe à l'ébullition, on refroidit à la température ordinaire, et l'on ajoute $0^{cm^3},25$ d'une macération de malt, chauffée au préalable à 75°. Dans ces conditions, la coagulation se produit de la manière habituelle. Elle est d'autant plus lente à se produire qu'on ajoute moins d'extrait liquéfiant; mais le coagulum est d'autant plus abondant qu'il s'est produit plus lentement.

Expérience II. — On arrive à un résultat tout à fait comparable à celui de l'expérience ci-dessus en modifiant la température à laquelle on fait agir l'extrait liquéfiant. On hâte l'action de cet extrait en opérant à une température comprise entre 60° et 70°. Dans ce cas, il devient nécessaire de n'employer qu'une trace d'extrait liquéfiant qu'on laisse agir seulement pendant un temps très court. En employant les volumes d'empois et d'extrait d'orge indiqués dans l'expérience I, nous avons, à 60°, fait agir $0^{cm^3},05$ seulement d'extrait de malt chauffé à 75°. Au bout de 10 minutes, nous portons le tube à l'ébullition et nous le refroidissons à la température ordinaire. La coagulation commence à apparaître presque aussitôt.

Il suit de ces expériences que l'action de l'extrait de malt, chauffé de manière à ne lui conserver que sa propriété liquéfiante, révèle l'état de coagulation produit par l'amylocoagulase. Nous voyons, en outre, que le phénomène sur lequel nous avons antérieurement attiré l'attention pour la formation diastasique de l'amylocellulose (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 819) se manifeste également pour la coagulation de l'amidon; il suffit que la coagulation ait été *amorcée*, pour qu'elle se poursuive ensuite, alors même que les diastases ont été détruites.

Le phénomène amorcé peut être arrêté, aussi bien dans le cas de la formation lente d'amylocellulose que dans le cas de la production rapide d'amidon coagulé. Il suffit, pour arriver à ce résultat, d'ajouter un excès d'extrait de malt (5^{cm^3} environ d'extrait à 10 pour 100) après avoir fait agir successivement les deux diastases, comme dans l'expérience II; même à la température ordinaire l'amidon se trouve saccharifié, sans laisser le résidu d'amylocellulose qui accompagne toujours l'amidon coagulé.

L'addition de cet excès d'extrait de malt, produisant la saccharification complète, n'est même pas nécessaire pour arrêter le phénomène amorcé; il suffit de maintenir la température à 60°; on constate alors que, même après un temps très long, tout l'amidon est resté saccharifiable.

On peut même empêcher la formation d'amylocellulose dans un empois qui n'a été additionné d'aucun extrait diastasique si l'on maintient cet empois à une température voisine de 60°, alors que cette amylocellulose se forme en quantité déjà appréciable au bout de 1 heure, si l'empois est ramené à la température ordinaire. Nous avons pu ainsi conserver pendant plusieurs jours de l'empois sans avoir vu s'y former d'amylocellulose.

Cette observation fournit un nouvel argument au rapprochement que nous avons déjà fait dans une Note antérieure, en assimilant le phénomène de formation spontanée d'amylocellulose, découvert par M. Maquenne, à un phénomène amorcé diastasiquement.

Dans les expériences mentionnées plus haut, nous nous sommes servis d'empois modérément chauffé. Si l'on s'adresse à de l'empois fortement fluidifié par chauffage sous pression, on peut reproduire, en se contentant d'amorcer le phénomène, l'expérience de coagulation par l'extrait d'orge seul signalée dans notre Note précédente.

A 10^{cm^3} de cet empois fortement fluidifié on ajoute $0^{cm^3},5$ d'extrait d'orge à 10 p. 100. Au bout de 20 à 25 minutes de contact, on détruit la diastase par ébullition et l'on refroidit à la température ordinaire. On obtient au bout de 1 heure un coagulum abondant, dont la production est facilitée par l'absence de toute diastase saccharifiante ou liquéfiante.

Un tube témoin renfermant le même amidon, abandonné à lui-même, reste tout à fait fluide et ne fournit, au bout de 15 à 18 heures, qu'une quantité très faible d'amylocellulose alors que le coagulum de l'expérience précédente, étudié au bout du même temps, renferme ce corps en abondance. Pour donner une idée des rapports de ces quantités, nous citerons les résultats de deux expériences : dans l'une le rapport a été de $\frac{1}{4}$, dans l'autre $\frac{1}{10}$.

Si l'on fait agir de l'extrait d'orge seul sur de l'empois d'amidon chauffé modérément, en détruisant la diastase par ébullition au bout de 20 minutes, on n'observe pas de coagulation; mais il se forme néanmoins de l'amylocellulose. Toutefois, sa proportion n'est pas beaucoup plus élevée que celle qui se produit dans un tube témoin, n'ayant pas reçu de diastase.

Nous pouvons tirer de ces dernières expériences la conclusion que l'état de liquéfaction favorable à la coagulation favorise également la formation diastasique d'amylocellulose. La différence entre les quantités d'amylocellulose qui se forment, d'une part en l'absence de diastase et d'autre part en présence de diastase, est d'autant plus grande que l'amidon a été amené par chauffage préalable à un état plus éloigné de son état naturel.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées.* Note de MM. **Albert-Lévy** et **A. Pécoul**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans les atmosphères confinées dont l'étude nous est confiée par la Ville de Paris (écoles publiques, salles d'hôpital, voitures et tunnels du Métropolitain, etc.), nous dosons l'oxyde de carbone, même à l'état de traces, par la méthode si sensible et si précise, indiquée par M. Armand Gautier, fondée sur la réduction de l'acide iodique anhydre à une température comprise entre 60° et 80° (1). Longtemps nous avons dosé l'iode ainsi mis en liberté par la méthode Rabourdin-Nicloux (potasse, acide nitreux, sulfure de carbone), mais en ayant soin de ne chauffer l'acide iodique qu'à 80°, comme l'avait indiqué M. Gautier, et non à 120° pour éviter l'action des autres gaz réducteurs de l'air.

Mais nous avons observé que ce dosage de l'iode peut être encore simplifié en le recueillant directement dans 3^{cm^3} à 4^{cm^3} de chloroforme bien purifié. Nous empêchons la volatilisation du liquide en le surmontant d'une petite colonne d'eau distillée.

Le chloroforme prend une teinte rose sous l'influence des plus légères traces d'iode et l'intensité de sa coloration permet de doser immédiatement le poids d'iode mis en liberté et par conséquent la proportion d'oxyde de carbone, en la comparant à une gamme colorée formée de tubes scellés contenant les mêmes volumes de liquide et des poids connus d'iode.

En évitant ainsi toute manipulation chimique, nous avons pu établir un appareil très simple, transportable à la main, que nous déposons dans les locaux suspects et qui, sur place, par la simple ouverture d'un robinet, permet d'indiquer rapidement, avec 4 litres d'air seulement, la présence de $\frac{1}{200000}$ d'oxyde de carbone.

Nous avons même pu déceler ainsi, en raison de l'oxyde de carbone qu'il contient, la présence de fuites de gaz d'éclairage, alors qu'elles n'étaient pas encore perceptibles à l'odorat.

---

(1) Ce savant avait montré qu'à cette température les dilutions très étendues dans l'air, de vapeurs d'alcool, d'alcool méthylique, d'aldéhyde, d'acétone, n'agissent pas sur l'acide iodique. Nous ajoutons que, d'après nos propres expériences, l'aldéhyde formique lui-même n'a aucune action, dans ces conditions de dilution, sur l'anhydride iodique à 80°.

Nos expériences ont établi les faits suivants :

1° Tout l'iode mis en liberté est retenu par le chloroforme. Nous avons pu retrouver la totalité de l'oxyde de carbone contenu dans une atmosphère artificielle connue.

Après son passage à travers le chloroforme, l'air n'agit plus sur une solution de potasse. Il a donc cédé au chloroforme la totalité de son iode.

2° Le procédé est quantitatif. En comparant la coloration du chloroforme à une gamme de colorations obtenues en versant dans le même volume de liquide des poids d'iode connus, on obtient la proportion d'oxyde de carbone à $\frac{1}{200000}$ près.

Voici l'une de nos expériences :

D'un mélange d'air pur et de $5^{cm^3},330$ d'oxyde de carbone (toutes corrections de volume faites), formant en tout 500^{cm^3}, on prend 10^{cm^3} qu'on étend à 2000^{cm^3} par introduction d'air pur.

Cette atmosphère artificielle contient donc $\frac{1}{18760}$ d'oxyde de carbone, soit, pour ces 2 litres, $0^{cm^3},107$; notre lecture a donné $0^{cm^3},108$. Ce résultat est obtenu en multipliant par un coefficient donné le poids d'iode qui fournit une coloration identique à celle de l'analyse.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le dosage rationnel du gluten dans les farines de blé.* Note de M. E. FLEURENT, présentée par M. Th. Schlœsing.

Dans une série de Communications antérieures j'ai attiré l'attention de l'Académie sur l'importance que présente aujourd'hui le dosage du gluten contenu dans les farines de blé, tant au point de vue des transactions commerciales qu'au point de vue de l'appréciation de la valeur industrielle des blés de grande culture. Or, la méthode employée pour ce dosage étant une méthode mécanique, il apparaît de suite que la façon dont elle est appliquée peut donner par entraînement des pertes variables qui conduisent, pour l'examen d'un même échantillon, à des résultats discordants. Ces pertes, bien connues de tous les praticiens et signalées notamment par M. Balland, sont dues à diverses influences. J'ai montré (¹) que la principale réside dans la qualité défectueuse de l'eau employée au malaxage du pâton de farine, cette eau devant toujours contenir une certaine proportion de chaux qui joue, dans la coagulation de la gliadine du gluten, un rôle émi-

(¹) *Annales de la Science agronomique française et étrangère*, t. I, 1898.

nemment propre à la fixation des particules de gluténine. Mais l'absence de chaux n'est pas la seule cause des erreurs qui se commettent journellement dans le dosage de gluten : la durée du malaxage, la nature de l'acide combiné à la chaux, l'acidité de la farine, la température de l'eau sont autant de facteurs qui interviennent pour jouer, suivant les cas, un rôle favorable ou défavorable. La présente Note le montre d'une façon péremptoire; en même temps elle fixe une méthode qui porte au minimum les proportions de gluten entraîné mécaniquement et elle règle les conditions dans lesquelles doit se poursuivre le dosage de l'élément azoté pour porter les erreurs au minimum et conduire à des résultats concordants.

La méthode en question consiste à laver le pâton de farine servant au dosage avec de l'eau prise à la température de 16°, contenant 100^{mg} de chaux par litre, cette chaux étant, pour la totalité ou pour les $\frac{8}{10}$ au moins, à l'état de bicarbonate; la durée de l'opération est fixée à 10 ou 11 minutes pour le malaxage et 2 à 3 minutes pour le lavage final, soit 13 minutes en tout. Le gluten est séché à 100°-105° et pesé. Les chiffres suivants montrent, par comparaison avec les résultats obtenus au moyen d'un dosage chimique opéré par saccharification à la diastase, que dans ces conditions la quantité de gluten entraîné mécaniquement ne dépasse pas 0,1 pour 100.

	Gluten pour 100 de farine :	
	dosé chimiquement.	dosé mécaniquement.
1	7,94	7,90
2	8,15	8,08
3	9,15	9,06

L'application raisonnée de cette méthode a permis de déduire les conclusions principales suivantes :

1° L'emploi de l'eau distillée au lavage du pâton de farine donne toujours un poids de gluten trop faible.

2° Dès que l'eau contient 20^{mg} de chaux à l'état de sulfate ou de chlorure, la quantité de gluten s'abaisse et la perte atteint 0,4 à 0,5 pour 100 du gluten quand la dose de chaux, à cet état, s'élève à 100^{mg} par litre.

	Gluten pour 100.		Gluten pour 100.
Eau type	8,59	Eau type	8,59
Eau à 10^{mg} de CaO à l'état de sulfate	8,54	Eau à 10^{mg} de CaO à l'état de chlorure	8,49
20 » »	8,30	20 » »	8,39
70 » »	8,22	50 » »	8,21
100 » »	8,15	100 » »	8,10

3° L'eau contenant du chlorure de sodium se comporte comme l'eau contenant du

chlorure et du sulfate de chaux. Il semble que dans ces trois cas la matière azotée entraînée soit constituée, pour la plus grande partie, par la globuline de la farine.

4° La présence du bicarbonate de chaux atténue les effets du chlorure et du sulfate.

		Gluten pour 100.
Eau type		7,77
Eau contenant	75^{mg} CaO à l'état de bicarbonate / 25 » » sulfate	7,73
Eau contenant	75^{mg} CaO à l'état de bicarbonote / 25 » » chlorure	7,66

5° Le dosage prolongé a pour effet d'éliminer la matière, gliadine ou gluténine, qui domine dans la constitution physique du gluten, et de ramener celle-ci au voisinage de la composition la plus favorable que j'ai fixée précédemment à 75 de gliadine pour 25 de gluténine.

		Lavage normal.			Lavage prolongé.		
			Gluten.	Pour 100 du gluten.		Gluten.	Pour 100 du gluten.
1.	Gliadine....	6,13	7,44	82,2	4,57	5,87	77,8
	Gluténine...	1,31		17,8	1,30		22,2
2.	Gliadine....	6,54	10,18	64,3	6,54	9,78	74,5
	Gluténine...	3,64		35,8	3,24		25,5

6° Le lavage après repos du pâton tend plutôt à diminuer qu'à augmenter le poids du gluten sec.

7° En opérant avec soin, la quantité de gluten trouvée aux températures comprises entre 15° et 35°, est sensiblement la même.

8° Lorsque, par suite de l'ancienneté, l'acidité d'une farine s'est élevée au point d'empêcher le gluten de s'extraire, la saturation par le bicarbonate de soude permet d'extraire l'élément azoté en quantité sensiblement égale à celle trouvée au moment où la farine était fraîche.

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Nous avons entrepris, M[lle] P. Cernovodeanu et moi, l'étude systématique du processus de l'hémolyse dans le but d'analyser le mécanisme de l'action des hémolysines et des différents corps qui favorisent ou empêchent leur action. Nous présentons d'abord les résultats relatifs à l'hémolyse des hématies de poulet par le sérum de chien.

Le sang de poulet est défibriné, puis centrifugé et les globules lavés deux fois avec

une solution de NaCl à 8 pour 1000. Le sérum de chien est obtenu par centrifugation du sang défibriné.

L'hémolyse est étudiée à la température de 31°. La proportion de matière colorante abandonnée par les hématies hémolysées est dosée au moyen du colorimètre.

1° *La vitesse d'hémolyse est indépendante de la quantité de globules rouges mis en contact avec une quantité donnée de sérum de chien.*

Ainsi, par exemple, on trouve les quantités suivantes de globules rouges hémolysés :

24 décembre 1904.

	Quantités de globules hémolysés après 35 minutes.
20cm³ émulsion glob. à 20 pour 100 + 0cm³,25 sérum	5,4
20 » 10 » + 0,25 »	4,8
20 » 5 » + 0,25 »	5,2
20 » 2,5 » + 0,25 »	4,8

31 décembre 1904.

	Hémolysés en 35 minutes.	Hémolysés en 67 minutes.
30cm³ émulsion glob. à 20 pour 100 + 9cm³,5 NaCl + 0cm³,5 sérum...	5,5	9,5
30 » 10 » + 9,5 » + 0,5 » ...	6,2	11,2
30 » 5 » + 9,5 » + 0,5 » ...	5,1	9,6
30 » 2,5 » + 9,5 » + 0,5 » ...	5,1	»

Ce résultat rapproche l'action des hémolysines de celle des ferments solubles; on sait, en effet, que pour des concentrations moyennes la vitesse de transformation d'un corps, par un ferment soluble, est indépendante de la quantité de ce corps.

2° *Une quantité donnée de sérum de chien n'est capable d'hémolyser qu'une quantité limitée de globules rouges de poulet.*

Ainsi, par exemple, en additionnant 30cm³ d'une émulsion d'hématies de poulet à 10 pour 100 de quantités variables de sérum et de NaCl à 8 pour 1000 de façon que le volume total soit égal à 40cm³, on trouve que la proportion limite d'hématies hémolysées augmente avec les quantités de sérum :

Quantité de sérum....	0cm³,3	0cm³,4	0cm³,5	0cm³,75	1cm³,0	1cm³,5	2cm³,0
Globules pouvant être hémolysés.........	15	19,5	30	56	93	100	100

L'action hémolytique d'un sérum est donc limitée, c'est là un caractère essentiel qui distingue les hémolysines des ferments solubles (pour ces derniers l'action est illimitée). Les microbiologistes identifient donc à tort l'action des hémolysines avec celle des ferments solubles.

3° *La vitesse d'hémolyse augmente lorsqu'on augmente la quantité de sérum ; cette vitesse augmente bien plus rapidement que la quantité de sérum.*

Ainsi, par exemple, les quantités de globules hémolysés en 36 minutes sont les suivantes :

Quantités de sérum...............	$0^{\mathrm{cm^3}},3$	$0^{\mathrm{cm^3}},4$	$0^{\mathrm{cm^3}},5$	$0^{\mathrm{cm^3}},75$	$1^{\mathrm{cm^3}},0$	$1^{\mathrm{m^3c}},5$
Globules hémolysés en 36 minutes.	5,0	6,9	10,0	28,2	66,6	95,6

Arrhenius et Madsen ont trouvé que cette vitesse d'hémolyse augmente comme le carré de la quantité de sérum. Cette conclusion ne peut pas être considérée comme exacte, puisque l'on trouve des résultats différents suivant le moment après lequel on détermine la quantité de globules hémolysés. L'influence de la quantité de sérum sur la vitesse d'hémolyse ne pourra être discutée que lorsque nous aurons établi la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse.

4° *La vitesse d'hémolyse est très lente dans les 5 à 10 premières minutes, puis elle augmente rapidement et se ralentit ensuite régulièrement jusqu'à la fin.*

Il y a donc un certain temps de *mise en train, temps d'induction,* comme on dit en Chimie physique, après lequel la réaction marche d'une façon régulière.

Nous montrerons prochainement que cette première partie de la courbe de vitesse correspond au temps d'absorption de l'hémolysine par les globules rouges. Étudions maintenant la deuxième partie de la courbe de vitesse, c'est-à-dire à partir de la dixième minute jusqu'à la fin.

5° *La loi suivant laquelle se produit l'hémolyse des hématies de poulet par le sérum de chien est une logarithmique.*

Si a représente la quantité totale de globules hémolysés à la fin de la réaction et x la quantité hémolysée t minutes après le début de la réaction, l'expression

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{a}{a - x}$$

reste constante pendant toute la durée de l'hémolyse.

Donnons des exemples :

29 décembre 1904.

30^{cm^3} d'émulsion de glob. à 10 pour 100 + $9^{cm^3},5$ NaCl à 8 pour 100 + sérum.

	1°, $0^{cm^3},3$ de sérum.		2°, $0^{cm^3},4$ de sérum.		3°, $0^{cm^3},5$ de sérum.		4°, $0^{cm^3},75$ de sérum.	
Durées.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.	$\frac{x}{a}$.	K.
24 minutes...	0,33	0,0072	0,35	0,0077	0,33	0,0072	0,50	0,0125
63 » ...	0,56	0,0057	0,67	0,0076	0,65	0,0072	0,83	0,0122
94 » ...	0,78	0,0070	0,80	0,0074	0,79	0,0072	0,90	0,0106
190 » ...	0,96	0,0071	0,94	0,0065	0,96	0,0071	0,98	0,0090

Les valeurs de K restent donc bien constantes. Nous devrons maintenant étudier comment varie K avec la quantité de globules d'une part et la quantité de sérum de l'autre.

Nous présenterons d'abord l'étude des conditions d'absorption de l'hémolysine par les globules rouges.

ASTRONOMIE. — *Comète e 1904, découverte le 28 décembre 1904, à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Borrelly** (1).

Date de l'observ. 1904.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoile de comp.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 28..	9				1.12		101		
» 29..	9. 5.54	−1.40,16	−22.25,1	5:5	1.13.38,10	$\bar{1}$,413	100. 0.31,5	−0,841	*a*
» 31..	7.25.33	−3.12,44	− 4.30,8	6:6	1.16. 2,95	$\bar{2}$,961	98.25.42,4	−0,839	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

		Ascension droite moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne 1904,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	7	1.15.15,39	+ 2,87	100.23. 6,0	− 9,4	½ (196 W₁ Iʰ + 308 Radcliffe)
b.....	6-7	1.19.12,51	+ 2,88	98.30.22,7	− 9,5	½ (1747 Paris + 323 Radcliffe)

La position du 28 n'est que grossièrement approchée. Ce premier jour, la comète a été vue au chercheur (182^{mm} d'ouverture) par M. Borrelly pendant une dizaine de

(1) Cette Note a été reçue le 3 janvier.

minutes seulement, après quoi le ciel s'est voilé. Son aspect était celui d'un noyau stellaire, entouré d'une très faible nébulosité d'un diamètre de 20″ à 30″. L'ensemble ressemblait à une étoile nébuleuse de 10e-11e grandeur.

Le 29, l'observation micrométrique a encore été faite au chercheur par M. Borrelly. Le noyau semblait moins brillant que la veille, tandis que la nébulosité était plus dense et plus apparente avec un diamètre d'une quarantaine de secondes.

Le 30, le ciel est resté couvert.

Le 31, l'observation a été faite à l'équatorial (255^{mm} d'ouv.) par M. Esmiol, avec un ciel très pur. L'éclat général de la comète a sensiblement augmenté. Le noyau n'a plus l'apparence stellaire du premier jour; on dirait plutôt une nébuleuse planétaire avec un diamètre total de 55″.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly* (1904, *déc.* 28). Note de MM. G. **Fayet** et E. **Maubant**, présentée par M. Lœwy.

Les observations utilisées pour ce calcul sont celles des 31 décembre (Kœnigsberg), 1er et 2 janvier (Marseille); on a obtenu :

$$T = 1905 \text{ janvier } 1,0805, \text{ temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 341^\circ.18',8 \\ \Omega &= 69.43,9 \\ i &= 35.40,7 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 0,19451,$$

d'où l'on a conclu l'éphéméride suivante, pour 12^h temps moyen de Paris :

Dates. 1905.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log Δ.	Log r.	Éclat.
	h m s	° ′			
Janvier 5......	1.23. 6	— 4.12	0,0708	0,1948	0,95
» 7......	25.58	— 2.36	0,0758	0,1952	0,92
» 9......	28.57	— 1. 2	0,0809	0,1957	0,90
» 11......	32. 0	+ 0.32	0,0864	0,1963	0,87
» 13......	35. 8	+ 2. 3	0,0920	0,1971	0,85
» 15......	38.21	+ 3.34	0,0978	0,1980	0,82
» 17......	41.39	+ 5. 3	0,1038	0,1990	0,80
» 19......	1.45. 2	+ 6.30	0,1097	0,2001	0,77

L'éclat du 31 décembre a été pris comme unité.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Lœwy.

Des observations que je poursuis depuis 1901 sur un régulateur de Callier, retouché par M. Boudeaud, son successeur, semblent montrer que la relation qui existe entre l'amplitude du balancier et la marche de l'horloge n'est pas conforme à celle du pendule libre; ces variations d'amplitude sont dues surtout à l'épaississement des huiles.

J'ai donc résolu d'étudier le pendule en question en faisant varier systématiquement l'amplitude par le changement du poids moteur. Voici les résultats obtenus :

Poids moteur.	Amplitude.	Marche diurne observée.	Marche calculée en supposant le pendule libre.
kg	° ′	s	s
1	1.17	—0,57	—1,3
2	2.02	+0,50	—3,3
3	2.29	+0,50	—5,0
4	2.45	+0,14	—6,3

Les mesures portaient sur une semaine, l'heure était prise à l'Observatoire au moyen d'une bonne montre à détente.

La comparaison faite au départ était recommencée à l'arrivée et a toujours fourni le même résultat, le temps séparant ces deux mesures extrêmes n'était d'ailleurs que de trois quarts d'heure environ.

On a, d'autre part, constaté, au moyen d'un thermomètre donnant la *température moyenne* de la salle de l'horloge et que j'ai fait construire pour cette expérience, que la variation de marche due à la différence de température était de l'ordre de $0^s,1$ seulement.

Il résulte du Tableau précédent qu'entre 2°02′ et 2°29′, soit pour une variation d'amplitude de 9^{mm} environ, la variation de marche a été nulle. La courbe montre que pour 2°13′ le balancier présente son minimum de temps d'oscillation.

Je propose d'appeler *amplitude de réglage* d'un pendule actionné mécaniquement celle qui correspond au minimum de temps d'oscillation et pour laquelle une variation d'amplitude produit la variation minima de la marche.

J'attribue cette perturbation heureuse du défaut d'isochronisme à l'échappement, qui est toujours disposé de telle façon que l'impulsion ait lieu après le passage à la verticale.

Ainsi que l'a si bien fait remarquer M. Lippmann (¹), une telle restitution fait retarder le pendule; mais on conçoit facilement que cet effet perturbateur croisse lorsque l'amplitude diminue.

Au contraire, pour de très grands arcs, qu'il m'a été impossible d'atteindre, la marche tendrait vraisemblablement vers celle du pendule libre.

Sans vouloir dire que la perturbation due à l'échappement intervienne seule dans l'explication du phénomène observé, dont une part est peut-être due à la suspension, je pense que cette Note répond à la question si souvent posée : à quelle amplitude doit fonctionner une horloge astronomique?

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques au 1er janvier* 1905. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. E. Mascart.

Les observations magnétiques, à l'observatoire du Val-Joyeux (Villepreux, Seine-et-Oise), ont été continuées, en 1904, par M. J. Itié, avec les mêmes appareils, et réduites d'après les mêmes méthodes qne les années antérieures.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1905 résultent de la moyenne des valeurs horaires, relevées le 31 décembre 1904 et le 1er janvier 1905, rapportées à des mesures absolues faites dans les derniers jours de décembre.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1904 (²).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1905.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°57′,69	−4′,50
Inclinaison	64°51′,1	−3′,8

(¹) *Sur l'entretien du mouvement pendulaire sans perturbation* (*Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 15).

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 40.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1905.	Variation séculaire.
Composante horizontale.........	0,19724	+0,00042
Composante verticale...........	0,42015	—0,00029
Composante nord...............	0,19055	+0,00047
Composante ouest..............	0,05092	—0,00014
Force totale..................	0,46414	—0,00009

La station du Val-Joyeux est située par 0° 19′ 23″ de longitude ouest et 48° 49′ 16″ de latitude nord.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Communication osmotique chez les Poissons entre le milieu intérieur et le milieu extérieur (à propos de deux Notes de M. Quinton).* Note de M. **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

Dans la Communication qu'il a faite le 5 décembre 1904 à l'Académie des Sciences, M. Quinton s'exprime ainsi : « Le fait que les Poissons possèdent une concentration saline de leur milieu vital toujours différente de celle du milieu où ils vivent pouvait donner à penser que ces organismes, contrairement aux Invertébrés marins, sont fermés osmotiquement au milieu extérieur. D'autre part le phénomène osmotique observé chez l'Anguille après son passage expérimental de l'eau de mer dans l'eau douce autorisait tous les doutes à cet égard. »

Nous tenons à rapprocher les conclusions de M. Quinton de celles que nous avons obtenues et publiées en 1902 (1).

Nos expériences ont porté alors sur des animaux marins, Invertébrés ou Poissons, à la station zoologique de Roscoff.

Au lieu de déchlorurer l'eau de mer nous l'avons bicarbonatée, et nous avons mesuré les variations parallèles de l'alcalinité apparente du sang des animaux qui y étaient plongés :

1° Dans un bac contenant 11^{l} d'eau de mer et 30^{g} de bicarbonate de soude, nous avons laissé séjourner 3 *Carcinus mœnas* durant 20 heures.

L'alcalinité du sang du Crabe qui normalement est de 48^{mg} (exprimée en soude et par litre) était devenue égale à 599^{mg},9 de $NaOH$.

2° Une *Maia*, dans des conditions identiques, nous a indiqué une augmentation analogue de l'alcalinité.

(1) *Les pigments respiratoires et leurs rapports avec l'alcalinité apparente du milieu intérieur.* (Thèse Doct. Sciences. Paris, Schleicher, 1903.)

3°, 4°, et 5° Mêmes résultats avec *Mya,* avec *Pecten* et *Arenicola.*

6° Un *Gobius,* toutes conditions étant identiques, n'a donné comme alcalinité de son sang que 66^{mg} de NaOH dans deux cas et 133^{mg} dans une autre expérience. L'alcalinité normale du *Gobius* est d'ailleurs de 56^{mg}.

7° Avec le *Conger* nous avons obtenu une augmentation de l'alcalinité un peu plus forte : dans un cas 216^{mg} et dans l'autre 333^{mg}.

Le Congre est un poisson très voisin de l'Anguille; les expériences de M. Quinton et les nôtres se peuvent donc d'autant plus rapprocher; et l'on se rend compte que les conclusions auxquelles il aboutit sur l'ouverture osmotique des Poissons au milieu extérieur sont celles qui se déduisent aussi tout naturellement de nos recherches.

ZOOLOGIE. — *L'infection du* Padda oryzivora *par le* Trypanosoma paddæ *n'a pas de rapports avec l'infection de cet oiseau par l'*Halteridium Danilewskyi. Note de M. **Thiroux**, présentée par M. A. Laveran.

Lorsque nous avons présenté, l'année dernière, à l'Académie des Sciences une Note sur le *Trypanosoma paddæ* [1], nous avions été frappé de la fréquence, chez les paddas inoculés, d'une infection double par les trypanosomes et les halteridiums.

En présence des faits rapportés par Schaudinn au sujet des hématozoaires de l'*Athene noctua* et par Billet au sujet de certains hématozoaires de la grenouille verte, nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas une relation entre le *Trypanosoma paddæ* et l'*Halteridium Danilewskyi* et si, en injectant des trypanosomes, on n'arriverait pas à provoquer l'apparition dans le sang des paddas de formes d'halteridium qui n'y préexistaient pas.

Les paddas, chez lesquels l'infection naturelle par le trypanosome est fort rare, sont très souvent parasités par l'halteridium, et cela d'une façon très inégale; certains de ces oiseaux n'ont que très peu de parasites endoglobulaires et il pourrait arriver que l'on ne s'aperçût de leur présence qu'après l'inoculation du trypanosome, ce qui pourrait conduire à des déductions erronées.

Nous basant sur ce fait que les serins, qui sont sensibles à l'inoculation du *Trypanosoma paddæ,* sont exempts d'hématozoaires endoglobulaires, et cela d'autant mieux qu'ils sont élevés en cage et moins exposés à l'infection

(1) *Comptes rendus,* séance du 11 juillet 1904.

que les oiseaux vivant à l'état de liberté, nous avons inoculé un certain nombre de serins.

Serins inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Serins inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes et des halteridiums.	Serins inoculés avec du sang de serin contenant des trypanosomes et pas d'hématozoaires endoglobulaires.	Total.
7	2	3	12

Les douze serins, inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes seuls ou mélangés d'halteridiums ou inoculés avec du sang de serin ne contenant que des trypanosomes, ont tous contracté une infection à trypanosomes et n'ont jamais présenté d'hématozoaires endoglobulaires. Ces oiseaux sont en observation depuis deux mois au moins.

L'expérience a été faite, d'autre part, sur des paddas dont le sang avait été soigneusement examiné à plusieurs reprises avant l'inoculation.

Paddas inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Paddas inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes et des halteridiums.	Paddas infectés d'halteridiums inoculés avec du sang de padda contenant des trypanosomes sans halteridiums.	Total.
4	5	3	12

Les résultats de cette seconde série d'expériences confirment pleinement les précédents; en effet, sur les douze paddas inoculés avec du sang ne contenant que des trypanosomes ou renfermant des trypanosomes et des halteridiums, les oiseaux chez lesquels des halteridiums avaient été notés comme préexistants ont seuls présenté ces hématozoaires endoglobulaires.

De ces expériences nous pensons pouvoir conclure que lorsqu'on rencontre, chez un même padda, *Trypanosoma paddæ* et *Halteridium Danilewskyi,* les deux parasites ont dans l'organisme du padda une évolution parfaitement distincte et qu'il y a réellement double infection.

M. L. **Tourneux** adresse un Mémoire intitulé : *Un mal ancien du cuir et de la peau. La guérison.*

(Renvoi à l'examen de M. Th. Schlœsing.)

La séance est levée à 4^h.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1905.
(Suite.)

Programme de la Société batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam, 1904. 1 fasc. in-8°.

Meddelelser om Gronland, XXVI, XXVIII, 1 afd., XXIX, 1 afd., XXXI. Copenhague, 1904; 3 vol. et 1 fasc. in-8°.

Arkiv för Botanik, utgifvet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien; Bd. III, Häfte 1-3. Stockholm, 1904; 1 vol. in-8°.

Publicationen der V. Kuffner'schen Sternwarte; Bd. VI. Theile 2-4. Vienne, 1903-1904; 3 fasc. in-4°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, exécutées sous la direction de l'Institut central météorologique, 1903; vol. XLV, Stockholm, 1904; 1 vol. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1902. Zurich, s. d.; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire météorologique et magnétique de l'Université impériale d'Odessa, 1901-1903. Odessa, 1905; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 janvier 1905.

Observations faites au cercle méridien en 1899 *et* 1900, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'abbé Verschaffel, directeur de l'Observatoire d'Abbadia. Ascain, 1904; 1 vol. in-4°.

Marseille médical. Directeur : Ch Livon. 42e année, n° 1, 1er janvier 1905. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. 69e année, n° 1, séance du 3 janvier 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. 63e année, n° 1, janvier-février 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

International Association of Academies. Second general Assembly, held in London, may 25-27, 1904. London, published by the Royal Society, 1904; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine

expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome X, n° 5. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-4°.

Observaciones meteorológicas de Madrid, 1900 *y* 1901. Madrid, Bailly-Ballière e Hijos, 1904; 1 vol. in-8°.

Studien über die Anwendung der Capillaranalyse. Basel, Buchdruckerei Emil Birkhäuser, 1904; 1 vol. in-8°.

Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo. Bruxelles, Spineux et Cie, 1904; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Table analytique des vingt-cinq premiers volumes, 1875-1901. Louvain, J. Thirion, 1904; 1 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn for aaret 1904. Kjöbenhavn, Bianco Lunos Bogtrykkeri, 1904; 1 vol. in-8°.

Journal of the Royal colonial Institute. Session 1904-1905, n° 1, London, 1905. 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal. Vol. XXV, n° 1, january 1905. London, 1905; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad astronomica de Mexico. Num. 34, enero de 1905. Mexico, 1905; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 2 janvier 1905.)

Note de M. *A. Lacroix,* Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder :

Page 23, lignes 8 et 9, *au lieu de* microperlite, *lisez* microperthite.
Page 24, ligne 16, *au lieu de* 3, *lisez* 3,00.
Même page, ligne 27, *après* fer, *lisez* (surtout à l'état de FeO).

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 2.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 9 janvier 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL présente un Volume imprimé à l'Observatoire d'Abbadia, sous le titre « Observations faites au cercle méridien en 1899 et 1900 » 65
M. J. BOUSSINESQ. — Conductibilité extérieure ou superficielle, représentative, pour un corps donné, du pouvoir refroidissant d'un courant fluide 65
MM. H. MOISSAN et F. OSMOND. — Étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo 71
M. A. LAVERAN. — Trypanosomiases et tsétsé dans la Guinée française 75
M. G. RAYET. — Observations de la comète Borrelly (28 décembre 1904) faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty* 78

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale une brochure en anglais sur la deuxième Assemblée générale de l'Association internationale des Académies 79
MM. A. BINET DU JASSONEIX, GHAVANNE (G), GUILLIERMOND, D'ORBIGNY (H.), BESAL (J.), SAUVAGEAU (CAMILLE), SERVANT adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique... 79
M. A. BERGET. — Sur un mode de visée des surfaces larges de mercure 79
M. V. CRÉMIEU. — Attraction observée entre gouttes liquides suspendues dans un liquide de même densité 80
M. GASTON SÉGUY. — Sur les propriétés radioactives photogéniques du corail calciné placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques 83
M. F.-P. LE ROUX. — De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures 84
MM. M. CHANOZ et M. PERRIGOT. — A propos d'une prétendue démonstration de l'existence des rayons N par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé..... 86
M. MARAGE. — Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles 87
MM. C. CHABRIÉ et A. BOUCHONNET. — Sur les fluorures d'indium et de rubidium.... 90
M. LÉO VIGNON. — Limite de copulation du diazobenzène et de l'aniline 91
MM. L. BOUVEAULT et G. BLANC. — Camphène, camphénylone, isobornéol et camphre.... 93
MM. J. WOLFF et A. FERNBACH. — Sur la coagulation diastasique de l'amidon 95
MM. ALBERT-LÉVY et A. PÉCOUL. — Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées 98
M. E. FLEURENT. — Sur le dosage rationnel du gluten dans les farines de blé 99
M. VICTOR HENRI. — Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse 101
M. BORRELLY. — Comète *e* 1904, découverte le 28 décembre 1904, à l'Observatoire de Marseille 104
MM. G. FAYET et E. MAUBANT. — Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly (1904, déc. 28) 105
M. CH. FÉRY. — Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques 106
M. TH. MOUREAUX. — Sur la valeur des éléments magnétiques au 1er janvier 1905.... 107
M. JEAN GAUTRELET. — Communication osmotique chez les Poissons entre le milieu intérieur et le milieu extérieur (à propos de deux Notes de M. *Quinton*) 108
M. THIROUX. — L'infection du *Padda oryzivora* par le *Tripanosoma paddæ* n'a pas de rapports avec l'infection de cet oiseau par l'*Halteridium Danilewskyi* 109
M. L. TOURNEUX adresse un Mémoire intitulé : « Un mal ancien du cuir et de la peau. La guérison » 110
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 111
ERRATA 112

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 3 (16 Janvier 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JANVIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la généralisation d'un théorème élémentaire de Géométrie.* Note de M. H. Poincaré.

La somme des angles d'un triangle est égale à deux droits; mais nous n'avons aucun théorème analogue pour le tétraèdre.

La surface d'un triangle sphérique est proportionnelle à l'excès sphérique; mais nous n'avons aucun théorème analogue pour le tétraèdre hypersphérique tracé sur l'hypersphère de l'espace à quatre dimensions.

On peut donc se demander si les théorèmes en question sont susceptibles d'être étendus aux espaces à plus de trois dimensions. Ainsi que nous allons le voir, le premier de ces théorèmes peut être généralisé dans tout espace d'un nombre pair de dimensions, mais non dans les espaces d'un nombre impair de dimensions. Le second théorème peut être étendu aux hypersphères des espaces à un nombre impair de dimensions, mais non aux hypersphères des espaces à un nombre pair de dimensions.

Plaçons-nous dans l'espace à n dimensions, et soient $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ les coordonnées d'un point dans cet espace et

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 + \ldots + \xi_n^2 = 1 \tag{1}$$

l'équation d'une hypersphère. Soient

$$X_1 = 0, \qquad X_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad X_n = 0 \tag{2}$$

les équations de n plans passant par l'origine. Alors $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sont

des polynomes linéaires et homogènes en $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$. Nous pouvons toujours supposer que l'on a identiquement

$$(3) \qquad X_1 + X_2 + \ldots + X_n = \xi_n.$$

En effet, quels que soient ces polynomes, on pourra trouver n constantes $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ telles que $\sum \lambda_i X_i = \xi_n$; mais comme nous pouvons aussi bien écrire les équations des plans $\lambda_i X_i = 0$, au lieu de $X_i = 0$, nous ne restreignons pas la généralité en supposant que ces constantes sont égales à 1.

Ces n plans (2) divisent la surface de l'hypersphère (1) en 2^n régions, qui se distinguent entre elles par les signes des polynomes X. L'une de ces régions sera le tétraèdre hypersphérique que nous voulons étudier et que j'appelle T; ce sera par exemple celle pour laquelle tous les polynomes X sont positifs.

Mais ce n'est pas tout à fait comme cela que nous opérerons; nous commencerons par diviser l'hypersphère en deux hémisphères par le plan $\xi_n = 0$, et nous envisagerons seulement l'hémisphère $\xi_n > 0$; la surface de cet hémisphère sera partagée en $2^n - 1$ régions seulement; car, en vertu de l'équation (3), tous les X ne peuvent être négatifs si leur somme ξ_n est positive.

Pour distinguer ces régions les unes des autres, nous désignerons chacune d'elles par les indices de ceux des polynomes X qui sont positifs à l'intérieur de cette région. Ainsi la région où les polynomes X_2, X_4, X_5 sont positifs et tous les autres négatifs sera la région 245. Nous appellerons régions R_p celles où p de nos polynomes seront positifs et qui seront désignées par conséquent par p indices. Le nombre total des régions R_p est évidemment

$$\frac{n!}{p!\, n-p!}.$$

Il n'y a qu'une seule région R_n qui est le tétraèdre T, il n'y a pas de région R_0. La surface des diverses régions sera évaluée en prenant pour unité la surface de l'hémisphère.

Cela posé, il nous faut définir les angles du tétraèdre; et distinguer parmi eux les angles dièdres ou angles A_2, les angles trièdres ou angles A_3, et plus généralement les angles A_p limités par p plans.

Un angle A_p sera donc l'ensemble des régions où les p polynomes X

correspondant aux plans limites de l'angle sont tous positifs, ou tous négatifs. Ce sera la somme des surfaces de ces régions qui sera la mesure de l'angle A_p. Cela revient, pour les angles dièdres par exemple, à prendre π pour unité d'angle.

Les régions R_q faisant partie d'un angle A_p seront celles où les p polynomes X correspondant aux plans limites seront tous positifs ainsi que $q-p$ autres, et celles où ces p polynomes seront tous négatifs ainsi que $n-q-p$ autres. Il y aura donc

$$\frac{n-p!}{n-q!\,q-p!}+\frac{n-p!}{q!\,n-p-q!}$$

régions R_q dans l'angle A_p. Soit alors μ_p la somme des angles A_p; nous voyons que chaque région R_q figurera

$$\frac{q!}{q-p!\,p!}+\frac{n-q!}{n-p-q!\,p!}$$

fois dans cette somme; d'où

$$\mu_p=\sum_{q=0}^{q=n}\left(\frac{q!}{q-p!\,p!}+\frac{n-q!}{n-p-q!\,p!}\right)\sum R_q, \tag{4}$$

$\sum R_q$ représentant la somme des surfaces de toutes les régions R_q. Posons alors

$$B_q=\sum R_q+\sum R_{n-q}$$

avec

$$B_q=2\sum R_q \qquad \text{pour} \qquad q=\frac{n}{2}.$$

Il résulte de cette définition que

$$B_q=B_{n-q}, \qquad B_n=B_0=T,$$

l'équation (4) peut alors s'écrire :

$$\mu_p=\sum\frac{q!}{q-p!\,p!}B_q. \tag{5}$$

Dans cette équation, l'indice p peut prendre les valeurs 2, 3, ..., $n-1$;

nous compléterons donc le tableau des équations (5) en posant

$$(6)\qquad \begin{cases} \mu_0 = B_0 + B_1 + \ldots + B_n = 2, \\ \mu_1 = B_1 + 2B_2 + \ldots + nB_n = n, \\ \mu_n = B_n = T. \end{cases}$$

Toutes ces formules (5) et (6) peuvent se résumer dans l'identité

$$(7)\qquad \sum \mu_p x^p = \sum B_q (x+1)^q = \psi(x).$$

Comme on a $B_q = B_{n-q}$, on aura :

$$\psi(x) = \psi\left(\frac{-x}{x+1}\right)(x+1)^n$$

ou

$$(8)\qquad \sum \mu_p x^p = \sum \mu_q (-x)^q (x+1)^{n-q},$$

ou, en égalant les coefficients de x^p,

$$(9)\qquad \mu_p = \sum \mu_q (-1)^q \frac{n-q!}{p-q!\,n-p!}.$$

Ces relations peuvent d'ailleurs se mettre sous une autre forme. Posons

$$(10)\qquad n-p!\,\mu_p = \lambda_p, \qquad \sum \lambda_p x^p = \varphi(x),$$

la relation (9) deviendra :

$$(11)\qquad \lambda_p = \sum \lambda_q (-1)^q \frac{1}{p-q!}.$$

Ces relations sont établies pour $p \leqq n$; mais si $p > n$, μ_p devient nul et $n-p!$ infini, de sorte que λ_p est indéterminé. Rien n'empêche alors de supposer que ces relations définissent encore λ_p pour $p > n$. On remarquera que ces relations (11) sont indépendantes de n. Elles peuvent d'ailleurs s'écrire :

$$(12)\qquad \varphi(x) = \varphi(-x)\,e^x,$$

d'où l'on tire :

$$(13)\qquad \varphi(x) = \theta(x^2)\,e^{\frac{x}{2}},$$

$\theta(x^2)$ étant une série quelconque procédant suivant les puissances de x^2. La relation (13) permet de calculer les λ_p et par conséquent les μ_p.

Reprenons l'équation (9) et faisons-y $p = n$. Dans le premier membre, le coefficient de μ_n est 1 et, dans le second membre, $+1$ si n est pair et -1 si n est impair, de sorte que les termes en μ_n se détruisent dans le premier cas et ne se détruisent pas dans le second.

Si donc n est impair, c'est-à-dire dans un espace d'un nombre impair de dimensions, il y a une relation linéaire entre : μ_n, qui représente la surface du tétraèdre hypersphérique T; $\mu_{n-1}, \mu_{n-2}, \ldots, \mu_2$, qui représentent les sommes de ses angles des différents ordres; μ_1 et μ_0, qui sont égaux à n et à 2. C'est la généralisation du théorème sur le triangle sphérique.

Pour passer du tétraèdre hypersphérique au tétraèdre plan, il suffit de supposer ce tétraèdre infiniment petit; c'est ainsi en effet que l'on passe du triangle sphérique au triangle plan. Ainsi, pour avoir la relation entre la somme des angles des différents ordres du tétraèdre plan situé dans l'espace plan à $n-1$ dimensions, il suffira de prendre l'équation (9) et d'y faire :

$$p = n, \qquad n \text{ impair}, \qquad \mu_n = 0.$$

C'est là la généralisation du théorème sur la somme des angles d'un triangle rectiligne.

Je n'aurais pas développé cette généralisation si je ne poursuivais un but particulier. Ce but, c'est de faciliter la recherche des groupes finis ou discontinus contenus dans un groupe continu donné et en particulier dans le groupe linéaire, et par là l'intégration algébrique des équations différentielles linéaires. C'est là une théorie à laquelle les beaux travaux de M. Klein et de M. Jordan ont déjà fait faire beaucoup de progrès.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité.* Note de M. **Émile Picard**.

1. J'ai récemment fait connaître (*Comptes rendus*, 21 novembre 1904) un théorème général sur les surfaces algébriques dont la connexion linéaire est supérieure à *un*. La démonstration que j'ai indiquée met en œuvre une propriété du groupe d'une certaine équation linéaire E. Une seconde démonstration m'a permis d'établir, outre le théorème rappelé, plusieurs autres propositions où figure la différence $p_g - p_n$ entre le genre géomé-

trique p_g et le genre numérique p_n de la surface; c'est ce que je vais exposer succinctement.

2. Ayant, comme habituellement, la surface algébrique de degré m, et dont une section plane arbitraire est de genre p

$$f(x, y, z) = 0,$$

et $2p$ intégrales de seconde espèce I_h de la courbe algébrique entre x et z représentée par l'équation précédente, dont les périodes, fonctions de y, sont

$$\omega_1^h, \quad \omega_2^h, \quad \ldots, \quad \omega_{2p}^h,$$

nous formons les équations qui jouent le rôle essentiel dans ma théorie

$$(1) \quad \begin{cases} a_1\omega_1^1 + a_2\omega_1^2 + \ldots + a_{2p}\omega_1^{2p} = P_1, \\ a_1\omega_2^1 + a_2\omega_2^2 + \ldots + a_{2p}\omega_2^{2p} = P_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_1\omega_{2p}^1 + a_2\omega_{2p}^2 + \ldots + a_{2p}\omega_{2p}^{2p} = P_{2p}. \end{cases}$$

La surface, comme on sait, aura des intégrales de différentielles totales de seconde espèce, si l'on peut déterminer les constantes P de façon que les équations (1) donnent pour a des fonctions rationnelles de y. Or on peut supposer que les périodes (pour h quelconque) correspondant aux indices 1 et 2, 3 et 4, ..., $2p-1$ et $2p$ sont relatives aux p rétrosections du type (C, D) de Riemann. On voit alors très facilement que la condition nécessaire et suffisante pour que les constantes P correspondent à des intégrales de seconde espèce de la surface est que *la combinaison*

$$(2) \quad P_1\omega_2^h - P_2\omega_1^h + \ldots + P_{2p-1}\omega_{2p}^h - P_{2p}\omega_{2p-1}^h \qquad (h = 1, 2, \ldots, 2p)$$

se réduise à un polynome en y. S'il reste parmi les P un nombre r d'arbitraires, une équation différentielle linéaire E aura alors comme solutions r polynomes distincts. C'est le théorème que nous avions établi (*loc. cit.*) par une voie différente, au moins quant au mode d'exposition.

3. Allons plus loin, en supposant d'abord que la surface soit *régulière*, c'est-à-dire que $p_g = p_n$. Dans ce cas, l'ensemble des adjointes d'ordre $m-3$ de la surface découpe sur un plan quelconque l'ensemble des adjointes d'ordre $m-3$ de cette section plane. Parmi les I_h, nous pouvons supposer que se trouvent, pour $h = 1, 2, \ldots, p$, les p intégrales de pre-

mière espèce relatives à la courbe entre x et z, qui seront de la forme

$$\int \frac{Q_h(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (h = 1, 2, \ldots, p),$$

$Q_h = 0$ représentant une surface adjointe d'ordre $m - 3$ de la surface f. Remarquons que la période

$$\omega_k^h \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2p;\ h \leqq p),$$

qui est uniforme autour de $y = \infty$, s'annule pour cette valeur. Il en résulte que les expressions (2), pour $h \leqq p$, sont identiquement nulles.

Une analyse, ne présentant aucune difficulté, nous permet alors de conclure que les solutions a du système (1) sont les suivantes. On a

$$a_{p+1} = a_{p+2} = \ldots = a_{2p} = 0,$$

et les autres a, à savoir $a_1, a_2, \ldots, a_p$, *sont des polynomes du premier degré en* y. De là on conclut que, pour une surface régulière, *toutes* les intégrales de différentielles totales de *seconde espèce* (transcendantes) sont en même temps des intégrales de *première espèce*.

Mais ceci n'est pas possible. On sait en effet que, si une surface a r intégrales distinctes de seconde espèce, on peut former r intégrales de seconde espèce ayant chacune leurs r périodes arbitrairement choisies. Par suite, on pourrait avoir r intégrales de première espèce dont chacune aurait ses r périodes arbitraires, ce qui est manifestement impossible. On a donc $r = 0$; ce qui nous conduit au théorème suivant :

Si une surface est régulière ($p_g = p_n$), *elle n'a pas d'intégrale de différentielle totale de seconde espèce* (*transcendante*).

Ce théorème revient à une proposition démontrée récemment par M. Severi, en se plaçant à un tout autre point de vue. Le théorème de M. Severi est le suivant (¹) : *Si une surface a des intégrales de différentielles totales de seconde espèce, on a nécessairement* $p_g > p_n$. Les propositions sont identiques.

4. Supposons maintenant que la surface soit irrégulière ($p_g > p_n$). Quoique la conclusion à laquelle j'arriverai soit générale, je vais, pour abréger la démonstration, supposer que les surfaces adjointes d'ordre $m - 3$ présentent seules, quant aux sections planes, un défaut de régularité, les adjointes d'ordre supérieur n'en présentant pas. Dans ces conditions, les

(¹) SEVERI, *Atti della Accademia dei Lincei*, septembre 1904.

adjointes d'ordre $m-3$ de la surface tracent sur un plan un système de courbes qui ne forme pas l'ensemble des adjointes d'ordre $m-3$ de la section plane de la surface, et *le défaut* ω est précisément ici

$$\omega = p_g - p_n.$$

Nous avons alors, pour la courbe entre x et z (définie par $f=0$), les intégrales de première espèce de la forme

$$\int \frac{Q(x, y, z)\,dx}{f'_z},$$

où Q représente un polynome adjoint d'ordre $m-3$ de la surface, qui sont ici seulement en nombre

$$p-\omega.$$

Les ω autres intégrales de première espèce de la courbe seront de la forme

$$\int \frac{P(x, y, z)\,dx}{f'_z},$$

où P correspond à une adjointe d'ordre $m-2$ de la surface, adjointe d'ailleurs particulière, car P est de degré $m-3$ en x et z.

Envisageons donc les p intégrales de première espèce de la courbe

$$\int \frac{Q_i(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p-\omega),$$
$$\int \frac{P_k(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (k = 1, 2, \ldots, \omega).$$

Dans le tableau des $2p$ intégrales de seconde espèce appelées I_h au nº 1, les intégrales précédentes correspondront respectivement à

$$(\alpha) \qquad h = 1, 2, \quad \ldots, \quad p-\omega$$

et à

$$(\beta) \qquad h = p-\omega+1, \quad \ldots, \quad p.$$

Reprenons alors les équations (1). Pour qu'il y ait une solution de ces équations dans laquelle

$$a_{p+1} = \ldots = a_{2p} = 0,$$

il faut d'abord que les constantes P satisfassent aux équations exprimant que la combinaison (2), pour toute valeur de h de 1 à $2p$, est un polynome

en y; il faut en outre que cette combinaison se réduise à *zéro* pour

$$h = 1, 2, \quad \ldots, \quad p.$$

Il en est nécessairement ainsi pour

$$h = 1, 2, \quad \ldots, \quad p - \omega,$$

puisque les développements des ω^h commencent par un terme en $\frac{1}{y}$. Mais, pour $h = p - \omega, \ldots, p$, les combinaisons (2) se réduiront seulement à des constantes, si l'on n'assujettit pas les P à de nouvelles conditions. En écrivant que ces constantes sont nulles, on a donc entre les P des nouvelles relations en nombre ω, et l'on démontre qu'elles ne rentrent pas dans les précédentes.

Le nombre des P restant arbitraires est donc égal à $r - \omega$. Inversement, on établit que, les P étant ainsi choisis, les solutions des équations (1) sont

$$a_{p+1} = \ldots = a_{2p} = 0,$$

les a_h étant linéaires en y, quand h est de la suite (α), et se réduisant à des constantes, quand h est de la suite (β). On en conclut alors que l'on obtient ainsi une intégrale de première espèce de la surface. D'où enfin le théorème suivant :

Si, pour une surface algébrique, r_0 désigne le nombre des intégrales de première espèce et r le nombre des intégrales de seconde espèce, on a la relation

$$(3) \qquad r_0 = r - (p_g - p_n).$$

5. Il est encore possible d'obtenir assez aisément l'inégalité suivante entre r et r_0 :

$$r_0 \leqq \frac{r}{2},$$

en se servant de quelques propositions classiques dans la théorie des intégrales abéliennes.

Rapprochée de la relation (3), cette inégalité nous donne

$$r \leqq 2(p_g - p_n).$$

Cette inégalité est intéressante. Peut-on aller plus loin et aurait-on

$$r = 2(p_g - p_n),$$

comme le montrent tous les exemples jusqu'ici connus de surfaces ayant une connexion linéaire supérieure à l'unité? Dans une lettre toute récente, M. Castelnuovo m'écrit que, en utilisant ses travaux et quelques résultats nouveaux de M. Enriques sur les systèmes linéaires de courbes tracées sur les surfaces algébriques, il lui semble possible d'établir l'égalité ci-dessus. La diversité des démonstrations basées sur des principes aussi différents que ceux des éminents géomètres italiens et les miens est très désirable dans ces questions délicates. En se plaçant à mon point de vue, il sera nécessaire d'approfondir, plus encore que je ne l'ai fait jusqu'ici, l'étude de l'équation différentielle linéaire E, à laquelle tout se trouve ramené; je me réserve d'y revenir (1).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques constantes physiques du calcium et sur l'amalgame de calcium.* Note de MM. **H. Moissan** et **Chavanne**.

Aussitôt que l'usine de Bitterfeld eut préparé le calcium en notable quantité par électrolyse, M. Rathenau eut la bienveillance d'adresser à l'un de nous un échantillon de ce métal. Nous tenons à l'en remercier tout d'abord.

La préparation industrielle du calcium nous a permis de reprendre l'étude de quelques constantes de ce métal. Le calcium de Bitterfeld se présente sous forme de bâtons irréguliers et sa cassure possède un beau brillant métallique et une couleur moins blanche que celle du calcium préparé par le sodium (2). L'analyse de différents échantillons nous a démontré que sa composition oscillait entre 99,3 et 99,6. Les impuretés que contient ce métal, en dehors d'une petite quantité de chlorure qui se trouve parfois imprégné dans le métal à l'état de globules, sont formées plus particulièrement de silicium, d'aluminium et de traces de sodium et de fer (3). Ce métal fondu est naturellement moins facilement attaquable

(1) Après avoir terminé la rédaction de cette Note, je reçois de M. Enriques une Communication où il me fait connaître les résultats nouveaux qu'il a obtenus dans cette théorie; on trouvera cette Communication dans ce numéro des *Comptes rendus*. M. Enriques désigne par p_a le genre *arithmétique* ou *numérique* de la surface que j'appelle p_n.

(2) H. Moissan, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

(3) Pour reconnaître la présence du sodium, nous avons traité 3g à 4g de métal par

par les agents atmosphériques que celui qui est obtenu en cristaux lamellaires, ses fragments décomposent l'eau avec lenteur; mais on peut rendre la décomposition beaucoup plus rapide en ajoutant au liquide une goutte de perchlorure de fer, de chlorure d'or ou de chlorure de platine. Avec ce dernier composé, il se forme du noir de platine et la réaction devient rapidement tumultueuse. Nous l'attribuons à la formation d'un élément de pile dû au mélange de calcium et de platine. Le calcium peut être aisément tourné en cylindres brillants qui, à l'air humide, se ternissent assez rapidement. On peut aussi le laminer et l'obtenir en feuilles minces qui ne possèdent pas, il est vrai, une grande élasticité et se cassent ou s'écaillent avec facilité.

Il est assez tenace pour être passé à la filière et, avec certains échantillons, nous avons obtenu couramment des fils de $\frac{5}{10}$ de millimètre de diamètre.

Conductibilité électrique. — Pour obtenir des fils homogènes, nous commençons par tourner, avec soin, un cylindre de calcium à surface nette et brillante. On le découpe ensuite à la scie en rondelles d'un centimètre qui sont fendues en petites baguettes de façon à avoir un fragment de métal aussi homogène que possible. Les baguettes qui paraissent régulières sont alors étirées à la filière et les fils doivent être conservés à l'abri de l'humidité de l'air.

La mesure de la résistance de ces fils a été faite par la méthode du pont de Wheatstone. Les résistances fixes étaient dans le rapport de 1 à 100; la résistance variable comprenait un ohm divisé en 10 parties. Le fil de calcium était tendu entre deux bornes et humecté de pétrole pour éviter l'altération par l'air humide, sauf aux extrémités qui avaient été décapées avec soin avant d'être fixées dans les bornes. Il a été tenu compte de la résistance des fils de jonction. Le diamètre des fils de calcium employé a été mesuré avec un palmer à $\frac{1}{100}$ de millimètre près. Les variations de ce diamètre sont à peine de cet ordre de grandeur.

La mesure de la longueur a été réalisée après avoir coupé le fil aux bornes à la fin de l'expérience.

---

une petite quantité d'eau distillée. Après formation de l'hydrate, on filtre, on traite la solution maintenue à 40° par un courant d'acide carbonique, on filtre à nouveau; puis on acidule par une goutte d'acide chlorhydrique, on évapore sur un verre de montre et l'on reconnaît au microscope la formation de cubes qui ne peuvent être formés que de chlorure de sodium parce qu'ils ne donnent pas avec le chlorure de platine la réaction microscopique des sels de potassium.

Les mesures ont été faites sur deux fils provenant d'échantillons différents et de longueur et de diamètre également différents.

1° $l = 46^{mm}$ $d = 0^{mm},51$ $r = \frac{2,53}{100}$ ohms.

2° $l = 49^{mm}$ $d = 0^{mm},77$ $r = \frac{1,03}{100}$ ohms.

On déduit de ces mesures :

	I.	II.
$\rho = \frac{rs}{\lambda}$	111×10^{-8}	98×10^{-8}.

La résistance, à cause de sa petitesse et de la correction qu'entraînent les fils de jonction, n'a pu être déterminée qu'avec une approximation de $\frac{1}{20}$ de sa valeur. Les erreurs relatives à la longueur et au diamètre sont de $\frac{1}{50}$. Les nombres trouvés doivent donc être considérés comme suffisamment concordants. Leur moyenne est de 105×10^{-8}.

La conductibilité de l'argent étant représentée par 100, celle du calcium est donc de 15,6 à + 20°. Nous rappellerons que la conductibilité du calcium obtenu par Mathiessen était de 22 à + 17°.

Point de fusion. — La détermination du point de fusion du calcium de Bitterfeld vient d'être donnée dans les *Berichte* par M. Arndt (¹). Il a trouvé pour point de fusion, 800°. Nous avions indiqué précédemment, pour la température de fusion du calcium, préparé par le sodium, 760°. Nous avons repris cette détermination par la pince thermo-électrique en maintenant le dispositif que l'un de nous a décrit précédemment, mais en élevant lentement la température du tube de porcelaine dans lequel se faisait l'expérience au moyen d'un fil de platine chauffé par un courant électrique. Dans ces nouvelles conditions, plus régulières comme méthode expérimentale, nous avons trouvé, pour le calcium de Bitterfeld, le chiffre de 790° à 795° pour premier point de passage de l'état solide à un état pâteux bien net et 810° pour le point de fusion. Ces chiffres sont voisins de ceux qui ont été indiqués par M. Arndt.

Densité. — M. Arndt a trouvé, comme densité du calcium de Bitterfeld, des chiffres qui varient de 1,60 à 1,54. Nous avons déterminé la densité du calcium en prenant la température à laquelle le métal reste en équilibre, dans un liquide dont on connaît avec précision la densité à diverses

(¹) K. Arndt, *Ueber das metallische Calcium* (*Berichte*, t. XXXVII, 1904, p. 4733).

températures. Nous avons choisi pour liquides de comparaison le chloroforme et le tétrachlorure de carbone purs et secs. Des mesures concordantes réalisées avec ces deux liquides fixent la densité du calcium de Bitterfeld à 1,548 avec une erreur possible de la troisième décimale inférieure à 5 unités.

Pour le calcium en petits cristaux préparé au moyen du sodium cette méthode permet seulement d'assigner deux limites de la densité à cause de la lenteur avec laquelle ces cristaux se déplacent dans des liquides de densité très voisine; cette densité est comprise entre 1,525 et 1,560. En répétant cette expérience avec différents échantillons de calcium cristallisé, nous avons reconnu nettement qu'une fraction des cristaux (les moins brillants) tombait dans le liquide parce qu'ils étaient recouverts d'une très petite couche de chaux qui en augmentait la densité.

Nous estimons que cette densité doit être très voisine de la densité du calcium pur et en particulier du calcium distillé de M. Arndt. Nous l'avons vérifiée au moyen de liquides de densités différentes. Elle est plus exacte que celle qui peut être déterminée avec le calcium cristallisé. Ce dernier, en lamelles très minces, s'oxyde trop facilement à l'air et se recouvre, pendant la manipulation, d'une petite couche de chaux.

Amalgame de calcium. — L'un de nous a démontré précédemment que le calcium s'unissait avec facilité au mercure en fournissant un amalgame cristallisé. Nous avons repris cette étude. Le calcium se dissout dans le mercure à la température ordinaire, mais cette réaction ne se produit que lentement et il est même nécessaire d'activer la combinaison par une agitation prolongée. Cette opération doit se faire à l'abri de l'air humide. Elle permet de combiner environ $2^g,5$ de calcium à 100^g de mercure. On obtient ainsi une masse solide cristalline. Pour isoler de cette dissolution un composé défini, on ne peut songer à la filtration à travers la peau de chamois, ni à la distillation dans le vide, car tous ces essais ne nous ont pas fourni de composés cristallisés.

Le procédé qui nous a donné les meilleurs résultats consiste à laisser cristalliser l'amalgame dans un excès de mercure. Dans un gros tube à essai, nous introduisons 2^g de calcium concassé en fragments de sections brillantes avec 100^g de mercure bien sec. Le tube est ensuite étranglé dans son milieu, puis l'extrémité ouverte étirée en une pointe fine. Le vide est ensuite fait à la trompe et le tube est scellé. La réaction est alors amorcée par agitation et la combinaison n'est complète qu'après 24 heures. La masse est alors chauffée légèrement pour la rendre bien liquide; puis on

décante en retournant le tube afin d'éliminer quelques impuretés solides qui restent adhérentes au verre. L'appareil est ensuite refroidi lentement et, lorsque des cristaux apparaissent à la surface du métal, on retourne le tube vertical pour laisser écouler l'excès de mercure qui renferme encore du calcium en solution. Après 24 heures, lorsque la décantation est complète, il reste un amalgame bien cristallisé.

Avec 1,50 pour 100 de calcium, il s'est produit des plaques formées de prismes hexagonaux. Au contraire, avec 0,5 de calcium, on n'obtient que des aiguilles de forme allongée. Si la concentration en métal alcalino-terreux est intermédiaire, les deux espèces de cristaux se forment en deux couches superposées; les aiguilles se trouvant toujours à la partie inférieure. L'analyse des cristaux prismatiques correspond à la formule Hg^8Ca qui renfermerait théoriquement 2,44 de calcium pour 100. Nous avons trouvé les chiffres suivants : 2,60; 2,43; 2,41. Les aiguilles contiennent moins de calcium; leur teneur est voisine de 2, mais il semble difficile de leur attribuer une formule définie, car il est impossible de les séparer complètement de l'excès de mercure.

De plus, nous avons remarqué qu'en les abandonnant dans le vide, elles perdaient peu à peu leur forme cristalline.

L'amalgame cristallisé Hg^8Ca chauffé dans le vide ne fond pas, mais il laisse distiller du mercure et s'enrichit en calcium. On obtient ainsi une substance poreuse grise, renfermant environ 10 pour 100 de calcium si la distillation a été faite à 200° dans le vide. Cette substance décompose l'eau avec violence. En chauffant davantage, on n'arrive pas à séparer tout le mercure. Chauffé seulement à la températnre d'ébullition du mercure dans un courant d'air sec, il fixe l'oxygène avec facilité.

Propriétés. — L'amalgame de calcium est stable dans l'air sec à la température ordinaire; il n'absorbe ni l'azote, ni l'oxygène. Une certaine quantité de cet amalgame a été maintenue dans l'air sec, sur la cuve à mercure, sans que le volume ait changé pendant une durée de 15 jours. A l'air humide, il se recouvre instantanément d'une pellicule noirâtre et se transforme rapidement en un mélange de chaux de mercure très divisé. Il décompose lentement l'eau de même que le calcium. C'est un réducteur énergique qui agira d'une façon régulière, parce qu'il renferme le métal alcalino-terreux en petite quantité. Son action sur les sels minéraux en solution aqueuse est comparable à celle de l'amalgame de sodium. Il réduit les solutions aqueuses des azotates alcalins en donnant de l'ammoniaque et des traces d'azotite. Avec une solution de sulfate d'ammoniaque, il

fournit l'amalgame d'ammonium. Avec les composés organiques, il n'est pas plus actif que l'amalgame de sodium. Il transforme l'acétone en un mélange de pinacone et d'alcool isopropylique; il n'agit pas sur le benzène en solution dans l'éther humide. Il pourra trouver son emploi en Chimie organique lorsqu'on voudra produire des réductions en liqueur neutre ou faiblement alcalines. On peut, dans ce cas, le préparer commodément dans le vase même où devra se faire la réduction à la condition d'ajouter un sécheur à l'appareil pour éviter l'action de l'humidité atmosphérique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les β-méthyl-ε-alcoylcyclohexanones et les alcools correspondants, homologues de la menthone et du menthol.* Note de M. A. **Haller**.

Dans une précédente Note (¹), nous avons montré que, lorsqu'on traite successivement la menthone par de l'amidure de sodium et des iodures alcooliques, on obtient des alcoylmenthones.

La β-méthylcyclohexanone préparée, soit par dédoublement de la pulégone, soit par hydrogénation du métacrésol (méthode de MM. Sabatier et Senderens) se prête à une réaction analogue et donne naissance à des homologues de la menthone

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \diagup \diagdown CH^2 \\ H^2C \diagdown \diagup CO \\ CHNa \end{array} + RI = \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \diagup \diagdown CH^2 \\ H^2C \diagdown \diagup CO \\ CH \\ | \\ R \end{array} + NaI.$$

Pour préparer ces composés on opère de la façon suivante : la méthylcyclohexanone, étendue de deux fois son volume d'éther anhydre ou de benzène, est introduite dans un ballon spacieux et additionnée de la quantité équimoléculaire d'amidure de sodium finement pulvérisé. On chauffe le mélange au bain-marie, jusqu'à dissolution totale du sodium et élimination de la majeure partie de l'ammoniaque. On ajoute alors l'iodure alcoolique et l'on porte le liquide à l'ébullition pendant 2 à 6 heures

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1139.

suivant l'iodure employé. Quand la réaction est terminée, on traite par l'eau, on sépare la couche éthérée et on la soumet au fractionnement.

Di-, tri-, tétra- et pentaméthylhexanones. — Tous ces dérivés se forment dans l'action prolongée de l'iodure de méthyle sur la β-méthylcyclohexanone sodée, mais les tentatives faites pour isoler du produit formé des corps à point d'ébullition constant ont échoué jusqu'à présent. On obtient, en général, un liquide distillant de 66° à 76° sous 20^{mm} et dont les différents fractionnements ont une composition variant entre la diméthylcyclohexanone, les dérivés triméthylés, tétra- et pentaméthylés. De nouvelles recherches, entreprises sur de grandes quantités de β-méthylcyclohexanone, sont nécessaires pour arriver à une séparation nette des divers produits de substitution qui se forment.

Nous donnons néanmoins, dans le Tableau ci-dessous, l'analyse des principales fractions qui ont été isolées entre les limites de température indiquées.

Calculé pour :		C p. 100.	H p. 100.	Trouvé.	C p. 100.	H p. 100.
La diméthylcyclohexanone	$C^8H^{14}O$...	76,19	11,11	I.....	76,30	11,15
La triméthylcyclohexanone	$C^9H^{16}O$...	77,14	11,43	II....	76,90	11,36
La tétraméthylcyclohexanone	$C^{10}H^{18}O$...	77,91	11,69	III...	77,21	11,32
La pentaméthylcyclohexanone	$C^{11}H^{20}O$..	78,57	11,90	IV...	78,52	11,98

β-méthyl-ε-éthylcyclohexanone $C^9H^{16}O$. — Liquide dont l'odeur rappelle celle de la menthone. Il bout à 83°-84° sous 18^{mm}, possède une densité $D_4^{15} = 0,9016$ et un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +8°32'$.

Dans la réaction de l'iodure d'éthyle sur la β-méthylcyclohexanone on n'obtient que le dérivé monosubstitué. C'est à peine s'il se forme de très petites quantités d'un produit bouillant au-dessus de 84°.

La semicarbazone $C^{10}H^{18}N^3O$ fond à 152°-154°.

β-méthyl-ε-propylhexanone $C^{10}H^{18}O$. — Ce composé bout à 97°-98° sous 18^{mm}. Son odeur se rapproche de celle de la menthone. Il est d'ailleurs isomère avec cette cétone : $D_4^{15} = 0,8994$; $[\alpha]_D = +3°21'$.

La semicarbazone $C^{11}H^{20}N^3O$ fond à 156°-154°.

β-méthyl-ε-allylcyclohexanone $C^{10}H^{16}O$. — Liquide ne rappelant la menthone que faiblement et bouillant à 98°-99° sous 18^{mm} : $D_4^{15} = 0,9233$; $[\alpha]_D = 18°2'$.

La semicarbazone $C^{11}H^{18}N^3O$ fond à 146°-148°.

β-méthyldiallylcyclohexanone $C^{13}H^{20}O$. — Ce composé s'est formé en quantités notables à côté du dérivé monosubstitué. Il constitue un liquide

dont l'odeur spéciale diffère de celle de la menthone, et qui bout à 130°-132° sous 20^{mm}. Sa densité $D_4^{15} = 0,9365$ et $[\alpha]_D = +62°2'$.

La semicarbazone $C^{14}H^{22}N^3O$ fond à 141°-143°.

β-méthyl-ε-isobutylcyclohexanone $C^{11}H^{20}O$. — Ce composé a été obtenu en opérant au sein du toluène au lieu d'éther. Liquide à odeur rappelant faiblement celle de la menthone, et bouillant à 93°-95° sous 11^{mm}. Sa densité $D_4^{15} = 0,9950$, $[\alpha]_D = -0°24'$.

La semicarbazone fond à 171°-173°.

β-MÉTHYL-ε-ALCOYLCYCLOHEXANOLS. — Ces homologues et isomère du menthol ont été préparés en réduisant les hexanones dialcoylées par du sodium en milieu alcool absolu.

Ce sont en général des liquides, dont l'odeur se rapproche plus ou moins de celle du menthol et qui bouillent à une température un peu plus élevée que celle à laquelle distillent les cétones correspondantes.

Le β-méthyl-ε-éthylcyclohexanol $C^9H^{18}O$ bout à 85°-87° sous 11^{mm}.

Le β-méthyl-ε-propylcyclohexanol $C^{10}H^{20}O$ distille à 102°-104° sous 15^{mm}.

Le β-méthyl-ε-allylcyclohexanol $C^{10}H^{18}O$ a comme point d'ébullition 98°-100° sous 10^{mm}.

Le β-méthyl-ε-isobutylcyclohexanol $C^{11}H^{22}O$ est solide. Cristallisé au sein de l'éther de pétrole il se présente sous la forme de fines aiguilles fondant à 68°-69°.

Dans la réduction de la β-méthylisobutylhexanone il se forme en outre un produit liquide de même composition que le solide et dont le point d'ébullition est situé entre 110° et 112° sous 16^{mm}. Ce composé constitue sans doute un stéréoisomère du produit cristallisé.

Toutes les méthylalcoylcyclohexanones, dont nous venons de donner un mode de formation, ayant une constitution analogue à celle de la menthone, seront susceptibles de former avec de l'aldéhyde benzoïque des dérivés benzylidéniques :

$$\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \quad C \\ H^2C \quad CO \\ CHR \end{array} = CHC^6H^5 + O = \underbrace{CO^2H.\overset{CH^3}{CH} - CH^2 - CH^2.\overset{R}{CH} - COOH}_{\alpha\text{-méthyl-}\alpha'\text{-alcoyladipiques.}} + C^6H^5.COOH$$

Ces composés en solutions acétoniques fourniront, par oxydation au moyen du permanganate de potasse, des acides α-méthyl-α'-alcoyladipiques et de l'acide benzoïque. La benzylidènementhone donne en effet, dans ces

conditions, de l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique, comme l'a montré M. Martine dans son étude sur la menthone.

Nous continuons l'étude de ces divers composés et nous nous proposons en particulier de les reproduire en partant d'une β-méthylcyclohexanone synthétique et partant inactive.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une synthèse de la menthone et du menthol.* Note de MM. A. HALLER et C. MARTINE.

Il n'existe plus aucun doute sur la constitution de la menthone et du menthol. Les divers produits de dédoublement auxquels ces composés donnent naissance, et la synthèse qu'a faite M. G. Leser [1] du premier d'entre eux, permettent de les représenter par les schémas

$$CH^3-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CO\\CH^2-CH^2\end{array}\right\rangle CH.CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right., \qquad CH^3.CH\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CHOH\\CH^2-CH^2\end{array}\right\rangle CH.CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right..$$

Ces formules font de ces corps des dérivés de la β-méthylcyclohexanone.

Or, nous venons de voir comment on peut obtenir des homologues et isomères de la menthone et partant du menthol.

Les procédés employés pour préparer ces homologues et isomères nous permettent également de réaliser la synthèse de ces deux principes constituants des essences de menthe. Il suffit, en effet, de traiter la méthylcyclohexanone [2], sodée par l'amidure de sodium, par de l'iodure d'isopropyle et de soumettre les produits de la réaction à la même série d'opérations que celles citées dans le Mémoire qui précède. On obtient finalement une huile, à odeur de menthone, qui distille de 207° à 209° et dont l'analyse donne des nombres conduisant à la formule $C^{10}H^{18}O$ qui est celle de la menthone :

$$CH^3-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CO\\CH^2-CH^2\end{array}\right\rangle CHNa + \left.\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right\rangle CHI$$
$$= CH^2-CH\left\langle\begin{array}{l}CH^2-CO\\CH^2-CH^2\end{array}\right\rangle CH.CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\CH^3\end{array}\right. + NaI.$$

(1) G. LESER, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1115.

(2) Pour ces essais nous avons employé de la méthylhexanone active, dérivée de la pulégone. Dans un autre travail nous nous proposons de partir de la méthylhexanone synthétique et partant inactive.

Deux échantillons différents de ce produit ont accusé les constantes suivantes :

I.	$D^{17} = 0,9008$	$\alpha_D = +12°56'$	pour une colonne de 100^{mm},
II.	$D^{17} = 0,9017$	$\alpha_D = +\ 8°52'$	pour une colonne de 100^{mm}.

On ne saurait d'ailleurs, pour l'identification du produit, tirer aucune conclusion de ces déterminations polarimétriques; la réaction, en effet, s'est accomplie en milieu alcalin, et il est reconnu que les propriétés optiques des menthones sont très fortement influencées par de tels milieux.

Mais les observations qui suivent ne laissent aucun doute sur la constitution de cette substance. Comme la menthone provenant de l'oxydation du menthol, elle donne en effet :

1° Une oxime fondant à 59°-60°, quand on la traite en solution alcoolique par du chlorhydrate d'hydroxylamine et du bicarbonate de soude. On obtient, il est vrai, dans ce cas, surtout de l'oxime huileuse, mais le fait est d'accord avec les observations de M. Beckmann [1] qui a constaté que les menthones donnaient d'autant plus d'oxime huileuse qu'elles étaient plus fortement dextrogyres.

2° Une semi-carbazone fondant à 183°-184°, identique avec celle de la menthone naturelle.

3° Du menthol, fondant à 42°-43° comme le menthol ordinaire, lorsqu'on le réduit par du sodium au sein de l'alcool absolu. Ce menthol combiné à l'acide phtalique donne un phtalate acide fondant à 120°.

4° Une hydrochlorobenzylidène-menthone fondant à 140°, identique avec celle que M. Wallach [1] a préparée, par saturation à 0°, d'un mélange équimoléculaire de cette menthone et d'aldéhyde benzoïque, par de l'acide chlorhydrique sec.

La préparation de ces dérivés met hors de doute l'identité de la menthone synthétique avec la menthone naturelle.

Indépendamment de ce produit, il se forme des huiles passant, les unes, de 110° à 120° sous 15^{mm} de pression, et qui sont sans doute constituées par de la diisopropylméthylhexanone, et les autres, de 160° à 175° sous la même pression, et qu'on peut considérer comme des produits de polymérisation de la β-méthylhexanone. Ces dernières prennent d'ailleurs

---

(1) Beckmann, *Liebig's Annalen*, t. CCL, p. 342.

(2) Wallach, *Liebig's Annalen*, t. CCCV, p. 261.

naissance dans toutes les alcoylations de cette cétone par l'intermédiaire des alcalins.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Borrelly* (1904, *e*), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest, de* 0^m,305 *d'ouverture*). Note de M. G. **Bigourdan**.

Dates. 1905.	Étoiles de compar.	Grandeurs.	Comète — Étoile. Asc. droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	° ′ ″	
Janv. 10.....	*a* 253 BD — 0°	8,0	+0.48,80	— 0.19,3	18:16
10.....	*a* 253 BD — 0	8,0	+0.50,45	+ 0.29,2	6: 4
11.....	*b* 261 BD — 0	9,5	—0.15,93	+ 7.37,0	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1905.	★	Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 10.	*a*	1.29.42,99	—0,10	—0.15. 1,3	—7,7	A.G. Nicolajew, 302
11.	*b*	1.32.13,10	—0,10	+0.19.40,1	—7,6	Rapportée à *c*.
11.	*c*	1.29.54,64	»	+0.28. 1,9	»	A.G. Nicolajew, 303

Étoile *b* — Étoile *c*, ΔÆ = + 2^m 18^s,48, Δ$\mathfrak{D}$ = — 8′ 21″ 8 9:6 compar.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 10......	9. 8.26	1.30.31,69	$\bar{1}$,433	—0.15.28,3	0,824
10......	9.32.34	1.30.33,34	$\bar{1}$,476	—0.14.39,7	0,823
11......	6.38.31	1.31.57,07	$\bar{2}$,690	+0.27. 9,5	0,819

Remarque. — 1905 janvier 10 : la comète, affaiblie par la brume pendant la première observation, se voyait mieux pendant la seconde : elle paraissait alors de la 12e grandeur et présentait un noyau assez vif; la nébulosité, qui l'entoure symétriquement, paraît avoir de 30″ à 40″ de diamètre.

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques irrégulières.* Note de M. **Federigo Enriques**, présentée par M. Émile Picard.

D'après Clebsch et M. Nœther, étant donnée une surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

d'ordre m, on peut former généralement des intégrales doubles de première espèce

$$\iint \frac{Q(x, y, z)}{f_z}\,dx\,dy$$

qui restent toujours finies sur la surface; il faut, pour cela, que les Q soient des polynomes, de l'ordre $m-4$, *adjoints* à f, c'est-à-dire (pour se borner au cas ordinaire) qu'ils s'annulent sur la courbe double de $f=0$. Ce nombre des polynomes Q linéairement indépendants est ce que l'on appelle le *genre géométrique* p_g de f.

Or, en désignant par N un entier suffisamment grand, on peut évaluer le nombre des polynomes d'ordre N adjoints à f, d'après une formule donnée dans toute sa généralité par M. Nœther.

Faisons dans cette formule

$$N = m - 4;$$

dans le cas que l'on envisage comme étant le plus général, on obtient ainsi le nombre p_g. Mais il peut arriver que la valeur p_a ainsi obtenue diffère de p_g; précisément que l'on ait

$$p_a > p_g.$$

C'est Cayley qui, ayant aperçu le premier la curieuse circonstance qui précède, a appelé l'attention sur ce que le nombre p_a, quand il n'est pas égal à p_g, fournit un nouvel invariant des surfaces. M. Zeuthen établit ensuite une démonstration de l'invariance de p_a, sous quelques restrictions, dont on s'est affranchi par des recherches plus récentes.

On appelle p_a le *genre numérique* ou *arithmétique* de f, et l'on dit qu'une surface est *régulière* si

$$p_a = p_g,$$

qu'elle est *irrégulière* dans le cas contraire

$$p_a < p_g.$$

On connaît plusieurs exemples de surfaces irrégulières; aux surfaces réglées (remarquées par Cayley) on a ajouté les surfaces possédant un faisceau irrationnel de courbes quelconques, les surfaces hyperelliptiques, etc.

J'ai remarqué, il y a cinq ans, que tous ces exemples rentrent dans une même famille de surfaces que l'on peut définir par la propriété suivante : il existe sur la surface une série continue de courbes algébriques qui n'est pas renfermée dans un système linéaire de courbes du même ordre. Lorsqu'une surface renferme une telle série de courbes, elle est irrégulière.

Tout récemment je suis parvenu à établir la proposition réciproque que j'ai communiquée le 11 décembre 1904 à l'Académie de Bologne. On a donc le théorème :

Sur une surface régulière toutes les courbes algébriques d'un ordre donné se partagent en un nombre fini ($\geqq 0$) *de systèmes linéaires. Au contraire, sur une surface irrégulière, elles donnent lieu à des séries algébriques non linéaires, ou à une infinité continue de systèmes linéaires de courbes du même ordre.*

D'une manière plus précise, si l'on envisage sur la surface un de ces systèmes complets qu'on appelle réguliers, et dont la dimension effective r est égale à la dimension virtuelle, on trouve qu'il est contenu dans un système non linéaire de dimension $r + p_g - p_n$.

Le théorème que je viens d'énoncer ramène la construction des surfaces irrégulières à celle des séries algébriques non linéaires de groupes de points sur les courbes. Cette construction d'une surface renfermant une série non linéaire de courbes a été remarquée par M. Humbert (*Comptes rendus*, 1893), qui a, le premier, appelé l'attention sur la question des systèmes non linéaires de courbes pouvant appartenir aux surfaces algébriques. M. Humbert a montré comment on peut obtenir, par la construction qui précède, des *intégrales* de Picard de première espèce, c'est-à-dire des intégrales de différentielles totales

$$\int P\,dx + Q\,dy,$$

qui restent toujours finies sur la surface.

On voit maintenant que : *sur une surface irrégulière il y a toujours des intégrales de Picard de la première espèce.*

Or rappelons un récent résultat, obtenu par M. Severi, d'après lequel, si

une surface algébrique admet des intégrales de Picard de la seconde espèce, elle est irrégulière. Le théorème de Severi s'applique *a fortiori* au cas où il y a des intégrales de première espèce.

Par conséquent :

La condition nécessaire et suffisante pour que la surface algébrique f admette des intégrales de première espèce, peut être exprimée par

$$p_a < p_g.$$

Partant : *si, sur f, il y a des intégrales de Picard de la seconde espèce, il y en a aussi de la première, et les courbes algébriques tracées sur f donnent lieu à une infinité de systèmes linéaires de courbes du même ordre, composant des séries continues non linéaires.*

Peut-on aller plus loin? Peut-on trouver une relation numérique entre la différence $p_g - p_a$ et le nombre des intégrales de première espèce attachées à la surface?

M. Severi croit pouvoir y parvenir en démontrant par le procédé direct la réciproque de son théorème cité ci-dessus. Il m'a même communiqué le résultat suivant : $p_g - p_a$ est égal à la différence entre le nombre des intégrales de Picard de seconde et de première espèce attachées à la surface.

M. Castelnuovo pense que la relation entre $p_g - p_a$ et le nombre des intégrales de première espèce pourra être établie en poursuivant l'étude des systèmes non linéaires de courbes tracées sur la surface.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des nombres.* Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

1. En utilisant une méthode célèbre d'Hermite, M. Lindemann a démontré la transcendance [1] du nombre π; il a, à cette occasion, établi un théorème d'une grande importance, à savoir :

Si les nombres $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, A_1, A_2, \ldots, A_n$ *sont algébriques, l'égalité*

$$A_1 e^{\alpha_1} + A_2 e^{\alpha_2} + \ldots + A_n e^{\alpha_n} = 0 \qquad (1)$$

entraîne la nullité de tous les coefficients $A_1, A_2, \ldots, A_n$.

Le théorème présente une analogie visible avec celui de M. Borel, qui

(1) *Mathematische Annalen*, Volume XX, 1882, p. 213.

m'a servi de base dans mes recherches sur l'extension aux fonctions multiformes ([1]) du théorème de M. Picard et de ses généralisations, surtout avec son cas particulier qui consiste dans l'impossibilité de l'identité

$$(2) \qquad P_1(z)e^{H_1(z)} + P_2(z)e^{H_2(z)} + \ldots + P_n(z)e^{H_n(z)} = 0,$$

dans laquelle $P_1(z), P_2(z), \ldots, P_n(z), H_1(z), H_2(z), \ldots, H_n(z)$ désignent des polynomes. Cette analogie paraît plus grande dans les conséquences de ces deux théorèmes.

Ainsi, notre méthode d'élimination, avec l'appui du théorème d'Hermite-Lindemann, nous conduit aux résultats suivants :

2. Soit

$$q(u) = u^\nu + \gamma_1 u^{\nu-1} + \gamma_2 u^{\nu-2} + \ldots + \gamma_{\nu-1} u + \gamma_\nu$$

un polynome en u, dont les coefficients $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_\nu$ sont des nombres *transcendants* (non algébriques) et considérons l'équation

$$(5) \qquad q(u) = Ae^\alpha,$$

où A et α désignent deux nombres algébriques quelconques.

Je démontre qu'une telle équation n'admet pas, en général, des racines algébriques. Une équation (5) admettant des racines algébriques doit être considérée comme exceptionnelle, grâce au théorème suivant :

Il est impossible d'avoir 2ν *équations de la forme* (5)

$$q(u) = A_1 e^{\alpha_1}, \qquad q(u) = A_2 e^{\alpha_2}, \qquad \ldots, \qquad q(u) = A_{2\nu} e^{\alpha_{2\nu}}$$

admettant des racines algébriques.

Plus particulièrement, il est impossible d'avoir $\nu + 1$ *équations de la forme* (5),

$$q(u) = A_1 e^{\alpha_1}, \qquad q(u) = A_2 e^{\alpha_2}, \qquad \ldots, \qquad q(u) = A_{\nu+1} e^{\alpha_{\nu+1}}$$

admettant des racines algébriques, si l'on a

$$\alpha_1 \neq 0, \qquad \alpha_2 \neq 0, \qquad \ldots, \qquad \alpha_{\nu+1} \neq 0,$$

c'est-à-dire, si les seconds membres sont des nombres transcendants.

Si j'appelle $u = \varphi(z)$ la fonction algébrique, définie par l'équation

$$u^\nu + \gamma_1 u^{\nu-1} + \ldots + \gamma_{\nu-1} u + \gamma_\nu = z,$$

([1]) *Comptes rendus*, 20 avril 1903, 8 février, 20 juin, 8 août 1904, et *Bull. de la Soc. mathématique*, 1904, fascicule I.

notre théorème prend la forme suivante :

Il est impossible d'avoir 2ν *nombres algébriques* $a_1, a_2, \ldots, a_{2\nu}$ *tels que les équations* (¹)

$$\varphi(z) = a_1, \qquad \varphi(z) = a_2, \qquad \ldots, \qquad \varphi(z) = a_{2\nu-1}, \qquad \varphi(z) = a_{2\nu}$$

admettent des racines de la forme $\mathrm{A}e^{\alpha}$, *les nombres* A *et* α *étant algébriques.* Cette forme rappelle immédiatement l'extension du théorème de M. Picard aux fonctions à ν branches.

3. En renvoyant d'autres conséquences du théorème d'Hermite-Lindemann à un Mémoire étendu, je tiens ici à appeler l'attention des mathématiciens sur cette analogie fort remarquable entre ce théorème et le cas particulier du théorème de M. Borel. C'est là un point de contact de la théorie des nombres avec la théorie des fonctions qui doit servir de point de départ pour un développement de la première conforme à celui de la seconde.

Un problème important se pose maintenant :

Est-il possible de généraliser le théorème de Lindemann de façon à obtenir une correspondance parfaite entre ce théorème et celui de M. Borel, pris dans sa forme la plus générale ?

Je crois que la question sera résolue par l'affirmative, ce qui nous conduira à un classement des nombres transcendants, analogue à celui des fonctions entières.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du type parabolique.* Note de M. S. **Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons l'équation

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = a\frac{\partial z}{\partial y} + b\frac{\partial z}{\partial x} + cz + d.$$

J'ai indiqué dans ma Thèse (*Math. Annalen*, t. LIX) une méthode d'approximations successives pour résoudre cette équation avec les conditions initiales (non analytiques) de Cauchy, *lorsque* $a = 0$. J'ai reconnu en même temps que *toutes les solutions de cette équation sont dans ce cas analytiques par rapport à* x *sans l'être nécessairement par rapport à* y. Je me propose

(¹) Je ne compte pas ici l'infini.

d'indiquer ici une autre méthode pour démontrer la même proposition pour $a \neq 0$. Nous nous poserons le problème suivant :

Problème fondamental : $(a > 0)$. — *Déterminer une solution de* (1) *à l'intérieur d'un rectangle* R *dont les côtés sont parallèles aux axes, lorsqu'on donne les valeurs qu'elle prend sur le côté inférieur ainsi que sur les deux côtés parallèles à l'axe des y du rectangle* R.

Ce problème admet toujours une solution et une seule. La deuxième partie de cette assertion se démontre par la considération d'une certaine intégrale double; pour en établir la première partie et calculer effectivement la solution, on emploie la méthode des approximations successives, l'équation élémentaire étant de la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = f(x, y). \tag{2}$$

Lorsque les dimensions verticales de R sont quelconques on n'a qu'à répéter un nombre limité de fois le même calcul. Au contraire, si ce sont les dimensions horizontales qui sont trop grandes, on peut employer avec succès *le procédé alterné*.

Si l'on dirige la méthode des approximations successives dans le but de montrer que la solution trouvée est analytique (par rapport à x), on est amené à discuter les intégrales suivantes

$$\begin{aligned} A_k(x) = {} & \frac{1}{2\sqrt{k}\,(e^{2c\sqrt{k}} - e^{-2c\sqrt{k}})} \\ & \Big\{ \int_{-c}^{x} u_k(z)\big[e^{(z-x)\sqrt{k}}(e^{2x\sqrt{k}} - e^{2c\sqrt{k}}) + e^{(x-z)\sqrt{k}}(e^{-2c\sqrt{k}} - e^{-2x\sqrt{k}})\big]\,dz \\ & + \int_{x}^{c} u_k(z)\big[e^{(z-x)\sqrt{k}}(e^{-2c\sqrt{k}} - e^{2x\sqrt{k}}) + e^{(x-z)\sqrt{k}}(e^{2c\sqrt{k}} - e^{-2x\sqrt{k}})\big]\,dz \Big\}, \end{aligned}$$

$$B_n(y) = e^{-n^2 y}\int_0^y \varphi_n(z)\, e^{n^2 z}\, dz,$$

c étant un nombre réel, tandis que k et n sont des nombres entiers complexes dont *la partie réelle n'est pas négative*. On peut trouver dans ces conditions une limite supérieure du module de $A_k(x)$ et de sa dérivée à l'intérieur d'un *losange*, si l'on connaît la limite supérieure de $\varphi_k(x)$ dans ce même losange ([1]). Pareillement on a une limite supérieure de $B_n(y)$ et de sa dérivée, lorsque la partie réelle de y n'est pas négative. Finalement la solu-

(1) Dans ma Thèse, pour étudier des intégrales analogues, j'ai introduit des développements spéciaux. Mais l'on pourrait simplifier notablement les calculs en considérant les régions où ils convergent, sans les introduire explicitement.

tion se présente sous la forme

$$Z = \Sigma A_k(x)\, e^{ky} + \Sigma B_n(y)\, e^{nx}.$$

La première partie est, en vertu de ce qui précède, analytique par rapport à x (sans l'être nécessairement par rapport à y); la seconde est analytique par rapport à y et, *a fortiori* (à cause du théorème de Cauchy-Kowalewsky), par rapport à x.

Une fois le problème fondamental résolu, on peut ramener à une simple *intégration* la résolution du problème suivant dont la possibilité se trouve en même temps établie :

Problème de Dirichlet : $(a \neq 0)$. — *Déterminer une solution de l'équation* (1) *régulière à l'intérieur d'un contour fermé* C, *tel qu'aucune droite* $y = p$ *ne le rencontre en plus de deux points distincts, et prenant sur ce contour une succession continue de valeurs.*

PHYSIQUE. — *Sur la fluorescence.* Note de M. **C. Camichel**, présentée par M. J. Violle.

Dans une série d'expériences sur l'absorption de la lumière par divers cristaux et verres colorés [1], j'ai recherché si les équations de vibration de l'éther dans les milieux étudiés sont linéaires. J'ai montré, en particulier, que le coefficient d'absorption ne varie pas quand on éclaire le corps par une source de lumière placée transversalement. Le résultat est encore le même, si le corps est fluorescent.

M. J. Burke [2] s'est trouvé amené à des conclusions tout à fait différentes à la suite d'expériences entreprises en vue de vérifier l'idée suivante émise par M. Poynting : un corps absorbe différemment, suivant qu'il est fluorescent ou non, les rayons provenant d'un autre corps identique également fluorescent. Par une méthode très élégante, mais peu précise, M. Burke trouve que le coefficient de transmission du verre d'urane est, pour les radiations qu'il est capable d'émettre, $k_0 = 0,78$, si le corps n'est pas fluorescent et $k_f = 0,45$ quand la fluorescence est excitée.

Ces résultats ayant été admis par divers auteurs, en particulier par

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. V, p. 439 et suiv.

(2) John Burke, *On the change of absorption produced by fluorescence* (*Philosophical Transactions*, série A, t. CXCI).

M. Pringsheim [1] dans ses importants travaux sur l'émission, j'ai cru nécessaire de reprendre mes expériences, en employant le corps qui manifeste la fluorescence la plus vive, le verre d'urane, le seul corps d'ailleurs sur lequel M. Burke ait expérimenté. Mes nouvelles recherches ont entièrement confirmé les premières, je les résumerai en quelques mots.

L'appareil employé est le spectrophotomètre à compensateur de quartz. Deux lampes à pétrole éclairent les deux collimateurs de l'instrument. Les deux plages monochromatiques observées sont amenées à l'égalité, quand on place devant l'un des collimateurs : 1° un morceau de verre de même dimension et de même indice que le cube de verre d'urane étudié; 2° le cube de verre d'urane soigneusement protégé contre toutes les radiations qui pourraient le rendre fluorescent; 3° quand on produit la fluorescence du cube de verre d'urane; 4° quand on excite la fluorescence du verre d'urane et qu'en même temps les rayons lumineux de la lampe à pétrole sont interceptés par un écran opaque.

k_f et k_0 s'obtiennent par les équations

$$I_1 = I_2 \sin^2\alpha_1, \quad (1)$$

$$I_1 k_0 = I_1 \sin^2\alpha_2, \quad (2)$$

$$I_1 k_f + I_f = I_2 \sin^2\alpha_3, \quad (3)$$

$$I_f = I_2 \sin^2\alpha_4, \quad (4)$$

dont la signification est évidente; on en déduit k_f et k_0.

Les rayons lumineux utilisés traversent le verre d'urane dans une région voisine de la surface où la fluorescence est particulièrement vive; celle-ci est provoquée par l'arc électrique dont les radiations sont tamisées par l'écran de Wood. En employant un charbon positif à mèche, la constance de l'arc est très suffisante pendant la durée des expériences (3) et (4).

Pour que la détermination de k_0 soit correcte, il faut que dans l'expérience (2) la lumière qui traverse le verre d'urane soit dépouillée des radiations capables de provoquer la fluorescence : Ce résultat est obtenu d'une façon complète en plaçant entre la lampe à pétrole et le verre d'urane un long parallélépipède également en verre d'urane ayant 7^{cm} de longueur. Si cette précaution est négligée, *la valeur de k_0 obtenue est trop grande*. C'est vraisemblablement la cause d'erreur qui s'est glissée dans les expériences de M. Burke. Il résulte de l'interposition de ce deuxième parallélépipède de verre d'urane sur le trajet des rayons lumineux que les mesures ne peuvent être faites pour des radiations plus réfrangibles que la raie F. Ce n'est pas un inconvénient puisque les bandes principales 2, 3, 4, 5, 6, 7 (notation de Becquerel) [2] du nitrate d'urane et du verre d'urane correspondent à des longueurs d'onde plus grandes que celles de la raie F.

---

(1) *Rapports présentés au Congrès international de Physique*, t. II, 1900, p. 129. Rapport de M. Pringsheim, traduit par M. Rothé.

(2) E. Becquerel, *La Lumière*, t. I, p. 380.

Voici deux exemples de détermination de k_f et de k_0 : verre d'urane, épaisseur 67mm (parallèlement au rayon lumineux).

Bande n° 6, $\lambda = 510$, *verte*.

$\sin^2\alpha_1 = 0,703$	$k_f = 0,300$
$\sin^2\alpha_2 = 0,206$	$k_0 = 0,293$
$\sin^2\alpha_3 = 0,313$	
$\sin^2\alpha_4 = 0,085$	

Bande n° 5, $\lambda = 532,5$, *verte*.

$\sin^2\alpha_1 = 0,413$	$k_f = 0,668$
$\sin^2\alpha_2 = 0,273$	$k_0 = 0,661$
$\sin^2\alpha_3 = 0,312$	
$\sin^2\alpha_4 = 0,030$	

Les valeurs trouvées pour k_f et k_0 sont égales, aux erreurs près des expériences. Toutes les mesures ont donné le même résultat.

La conclusion qui s'impose est donc la suivante : le coefficient d'absorption du verre d'urane pour les radiations qu'il émet par fluorescence est le même, que la fluorescence soit excitée ou non.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons du chlorure de samarium avec le gaz ammoniac*. Note de MM. **C. Matignon** et **R. Trannoy**.

Le chlorure de samarium anhydre préparé récemment (1) absorbe à froid le gaz ammoniac en quantité considérable.

La combinaison est caractérisée par une notable augmentation de volume de la matière qui blanchit et perd sa teinte jaune pâle initiale.

Nous avons étudié systématiquement les diverses combinaisons qui se forment dans cette réaction. A cet effet, nous avons laissé séjourner le chlorure dans un tube scellé avec de l'ammoniac liquide préalablement desséché par un contact prolongé avec de la soude. On a laissé partir lentement l'excès de gaz ammoniac à l'ouverture du tube suffisamment refroidi et déterminé par la chaleur la décomposition successive des combinaisons à leur température de dissociation sous la pression atmosphérique.

---

(1) C. Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1308.

Le tube, maintenu d'abord à —23° jusqu'à cessation complète de dégagement gazeux, a été porté progressivement de —23° à 390° en maintenant la température constante quand un commencement de dégagement d'ammoniac indiquait que l'on atteignait la température de dissociation de l'un des composés.

Les opérations ont été faites successivement dans un bain-marie, un bain d'huile et un bain de nitrates.

Le tube contenait primitivement 7g,950 de chlorure de samarium pur $SmCl^3$.

La substance ammoniacale ne perd point d'ammoniac quand on la porte lentement de —23° à 10°; on pèse alors le tube qui la contient et l'on continue à chauffer. A partir de 15° le gaz ammoniac commence à se dégager en indiquant l'existence d'une combinaison dissociable sous la pression atmosphérique à cette température. Le dégagement gazeux se poursuit pendant 5 heures pour s'arrêter définitivement, même lorsque la température est amenée à 30°. On a recueilli 1361$^{cm^3}$ de gaz ramenés à 0° et 760^{mm} et constaté une variation de poids de 1g,075. En admettant le départ de $2AzH^3$ pour $SmCl^3$, on calcule 1382$^{cm^3}$ de gaz et une variation de poids de 1g, 0538.

La même méthode a été appliquée jusqu'au départ complet du gaz ammoniac; les résultats des observations sont résumés dans le Tableau suivant :

	Température de décomposition.	Perte de poids de la substance.		Volume de AzH^3 recueilli.	
		Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
	° °			cm³	cm³
$2AzH^3$.......	15 - 30	1,075	1,0538	1361	1382
$1,5AzH^3$......	40	0,795	0,7903	?	1037
$3AzH^3$.......	76 - 84	1,609	1,5807	2069	2073
$1AzH^3$.......	105-115	1,043	1,0538	693	691
$1AzH^3$.......	155-160			647	691
$1AzH^3$.......	200-210	0,9928	1,0538	648	691
$1AzH^3$.......	240-246			630	691
$1AzH^3$.......	375-385	0,483	0,5269	661	691

A la température de 385°, des fumées sont apparues annonçant un commencement de décomposition, on a cessé l'expérience avant le départ complet de l'ammoniac comme l'indique le dernier nombre 0,483 au lieu de 0,5269.

Le poids de la matière qui reste actuellement dans le tube a été trouvé égal à 8g,036; on y a recherché et dosé l'ammoniaque restant, soit 0g,045. Ce poids additionnel corrige exactement le poids trop faible d'ammoniac recueilli dans la dernière dissociation.

Enfin le chlorure de samarium anhydre pèse ainsi, à la fin de l'expérience, 8g,036 — 0,045 = 7g,991 au lieu de 7g,950 pesée initiale. La petite différence présentée par ces deux nombres peut tenir à des traces d'humidité absorbées par le chlorure pendant ces longues manipulations.

Le chlorure de samarium forme donc avec le gaz ammoniac huit combinaisons dissociables aux températures indiquées *t* :

		t.	T.	Q.
$SmCl^3$.	AzH^3	375°	648°	20,7 Cal
	$2AzH^3$	240	513	16,4
	$3AzH^3$	200	473	15,1
	$4AzH^3$	155	428	13,7
	$5AzH^3$	105	378	12,1
	$8AzH^3$	76	349	11,2
	$9,5AzH^3$	40	313	10,0
$SmCl^3.11,5AzH^3$		15	288	9,2

En appliquant la loi de constance de la variation d'entropie relative aux combinaisons ammoniacales (¹), on déduit immédiatement de la connaissance des températures absolues de dissociation T la chaleur dégagée Q dans la formation de ces combinaisons à partir de 1^{mol} de gaz ammoniac.

			Cal
$SmCl^3$.	$+\ AzH^3 = SmCl^3$.	AzH^3	+20,7
$AzH^3 +$	$AzH^3 =$	$2AzH^3$	+16,4
$2AzH^3 +$	$AzH^3 =$	$3AzH^3$	+15,1
$3AzH^3 +$	$AzH^3 =$	$4AzH^3$	+13,7
$4AzH^3 +$	$AzH^3 =$	$5AzH^3$	+12,1
$5AzH^3 +$	$3AzH^3 =$	$8AzH^3$	+33,6
$8AzH^3 +$	$1,5AzH^3 =$	$9,5AzH^3$	+15
$SmCl^3.9,5AzH^3 +$	$2AzH^3 = SmCl^3.11,5AzH^3$		+18,4

On ne retrouve pas ici l'analogie si étroite entre les hydrates et les combinaisons ammoniacales. Le composé $SmCl^3.6AzH^3$ qui correspondrait à l'hydrate $SmCl^3.6H^2O$ n'existe pas, on ne trouve que $SmCl^3.AzH^3$ correspondant à $SmCl^3.H^2O$ obtenu récemment (²).

Comme toujours la vitesse de décomposition dans ces réactions a varié sensiblement avec la température. A 15° et à 375°, par exemple, le départ de quantités égales d'ammoniac exige respectivement 2 heures et demie et une demi-heure.

Nous ferons remarquer, en terminant, que cet exemple démontre une fois de plus la sensibilité des méthodes physiques pour la résolution de certains problèmes chimiques.

(¹) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 103.
(²) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1308.

CHIMIE. — *Sur un hydrate colloïdal de fer obtenu par électrodialyse et sur quelques-unes de ses propriétés.* Note de MM. **J. Tribot** et **H. Chrétien**, présentée par M. Alfred Giard.

On sait que par dialyse d'une solution de chlorure ferrique dans laquelle on a dissous, à froid, de l'hydrate ferrique, on obtient, au bout d'un certain temps, un hydrate de fer colloïdal qui retient toujours des quantités assez notables de chlore.

Nous avons recherché si, au moyen du courant électrique, il n'était pas possible d'abaisser cette teneur en chlore. A cet effet, employant un dialyseur de Graham, nous avons mis dans le vase intérieur une solution ferrique obtenue par dissolution à froid de l'hydrate ferrique dans le chlorure ferrique; dans le vase extérieur se trouvait de l'eau que l'on changeait fréquemment. On a ensuite fait passer un courant d'environ 1^{amp}, la cathode plongeant dans la solution ferrique.

Soient : V le volume du liquide extérieur;
v le volume du vase intérieur;
p la quantité de HCl contenue à chaque instant dans la solution ferrique;
ϖ celle qui a été dialysée.

Dans le cas de dialyse ordinaire, on peut admettre que la vitesse de transport $\frac{dp}{dt}$ est à chaque instant proportionnelle à la différence des concentrations des liquides au contact

$$\frac{dp}{dt} = -K\left(\frac{p}{v} - \frac{\varpi}{V}\right) = m - np,$$

en posant

$$m = K\frac{p_0}{V},$$

$$n = K\left(\frac{1}{V} + \frac{1}{v}\right).$$

Cette équation s'intègre immédiatement et donne

$$\frac{p}{p_0} = \frac{r}{1+r} + \frac{1}{1+r}e^{-nt},$$

dans laquelle $r = \frac{V}{v}$.

Dans le cas de l'électrodialyse, la vitesse de transport est augmentée d'une quantité a qui ne dépend que de l'intensité du courant.

L'équation différentielle est donc, si l'on néglige les variations d'intensité du courant,

$$\frac{dp}{dt} = m - a - np;$$

en intégrant, il vient

$$\frac{p}{p_0} = \frac{r}{1+r} - \frac{a}{np_0} + \left(\frac{1}{1+r} + \frac{a}{np_0}\right)e^{-nt}.$$

Les deux équations ont même forme $\frac{p}{p_0} = A + Be^{-nt}$, mais, dans le second cas, la teneur en HCl a été diminuée de $\frac{a}{np_0}(1 - e^{-nt})$.

A cause du renouvellement du liquide extérieur, on peut négliger A ; B devient égal à 1 et, pour les petites valeurs de t, on peut écrire

$$e^{-nt} = \frac{1}{1+nt} + \ldots,$$

et s'en tenir au premier terme.

L'expérience a donné les résultats numériques suivants :

1° Dialyse simple $n = 0,233$

t	0.	1.	2.	5.	6.	7.
p observé	7,84	5,5	4,6	3,9	3,5	3,34
p calculé	7,84	6,35	5,37	3,65	3,29	3,00
Écarts	0	−0,85	−0,77	+0,25	+0,21	+0,34

2° Électrodialyse $n = 0,411$

t	0.	1.	2.	5.	6.	7.
p observé	7,84	5,52	4,38	3,00	2,08	1,31
p calculé	7,84	5,56	4,45	2,57	2,26	2,02
Écarts	0	−0,04	−0,07	+0,43	−0,18	−0,71

On voit donc que le courant facilite le départ du chlore à la condition toutefois qu'il soit d'une intensité assez faible.

L'hydrate colloïdal ainsi obtenu possède toutes les propriétés de l'hydrate de Graham.

En vue de chercher à préciser l'importance du fer comme élément biogénique (1) nous nous sommes proposé de rechercher si cet hydrate colloïdal, obtenu comme nous venons de le dire, ne pouvait pas se comporter vis-à-vis des albuminoïdes comme le colloïde de platine.

(1) E. Solvay, *Oxydation, catalyse et odogenèse*, p. 12. Bruxelles, 1904.

Nous avons, pour cela, opéré avec de l'hydrate de Graham et avec de l'hydrate obtenu par électrodialyse et nous avons fait les quatre essais comparatifs suivants :

Essais.	Poids d'albumine.		Colloïdes.	Réactifs ajoutés.
I.......	5,021	ajoutés à	50^{cm^3} hydrate électrodialytique	2^{cm^3} KOH d'une sol. à $\frac{1,5\,KOH}{1000}$
II......	5,014	»	50^{cm^3} »	2^{cm^3} HCl d'une sol. à $\frac{1,2\,HCl}{1000}$
III......	5,073	»	50^{cm^3} hydrate de Graham	2^{cm^3} KOH d'une sol. à $\frac{1,5\,KOH}{1000}$
IV......	5,041	»	50^{cm^3} »	2^{cm^3} HCl d'une sol. à $\frac{1,2\,HCl}{1000}$

Ces mélanges ont été placés à l'étuve durant quatre heures à une température variant de 40° à 42°. Au bout de ce temps, chaque liqueur a été reprise par l'eau et traitée de façon à séparer les albumoses et les peptones; nous avons reconnu qu'il ne s'était pas formé de peptones, mais seulement des albumoses, phase intermédiaire de transformation des matières albuminoïdes sous l'action d'un ferment. Les résultats quantitatifs ont été les suivants :

Essais.	Poids d'albumine employée.	Poids d'albumine transformée.	Poids pour 100 d'albumose formée.
I.........	5,021	1,370	27,02
II........	5,014	1,234	24,62
III.......	5,073	0,4132	8,16
IV........	5,041	0,3107	6,23

On voit ainsi nettement que c'est l'hydrate colloïdal obtenu par électrodialyse qui a donné les meilleurs rendements et que, dans un cas comme dans l'autre, c'est en milieu alcalin que le pourcentage le plus élevé a été obtenu. Nous avons pu observer également que, à égalité de teneur en HCl pour chaque hydrate, l'hydrate électrodialytique donnait un chiffre d'albumine transformée en albumose plus élevé que l'hydrate de Graham. Nous poursuivons nos expériences sur ce sujet.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère de l'acétone trichlorée.* Note de MM. G. **Perrier** et E. **Prost**, présentée par M. A. Haller.

Les alcools de la série grasse en solution dans le sulfure de carbone réagissent vivement sur le chlorure d'aluminium et donnent plusieurs séries

de composés, les uns d'addition, les autres de substitution, signalés précédemment par MM. Perrier et Pouget [1].

Nous nous sommes proposé de faire agir les composés de substitution sur un certain nombre de produits organiques chlorés et, en particulier, sur les aldéhydes trichlorés, dans l'espoir de remplacer les 3^{at} de Cl par le groupement $(C^2H^5O)^3$ et d'obtenir les éthers normaux correspondant au groupement CCl^3.

Nous nous sommes adressés d'abord au chloral. Le résultat cherché n'a pas été atteint, mais nous avons obtenu un corps nouveau $C^3Cl^3H^3O$, isomère de l'acétone trichlorée.

La dissolution du composé $Al^2Cl^3(C^2H^5O)^3$, obtenue en ajoutant par petites portions 174^g de $AlCl^3$ à 60^g d'alcool absolu dissous dans 600^{cm^3} de CS^2 et en chauflant pendant environ 24 heures, est additionnée de 94^g de chloral, quantité correspondant à la réaction $Al^2Cl^3(C^2H^5O)^3 + CCl^3 - CHO$.

Après quelques heures d'ébullition, la liqueur abandonnée au refroidissement se sépare en deux couches : la couche supérieure liquide, la couche inférieure pâteuse et noirâtre.

On décompose le tout peu à peu par de l'eau, en évitant une élévation de température. Le CS^2 se sépare, entraînant la majeure partie du produit de décomposition. L'eau décantée est épuisée par de nouvelles quantités de CS^2 et les liqueurs sulfocarboniques sont réunies. Lorsque tout le CS^2 a été chassé au bain-marie, on obtient 50^g environ d'un liquide qu'on purifie d'abord par entraînement à la vapeur d'eau, ensuite par distillation.

Le corps ainsi obtenu bout avec une légère décomposition entre 182° et 187° sous la pression de 764^{mm}, entre 101° et 103° sous la pression de 30^{mm}.

Il est incolore, mobile et possède une odeur rappelant celle des terpènes. Sa densité à 15° est 1,423. L'analyse lui assigne la formule $C^3Cl^3H^3O$. La valeur du poids moléculaire déterminée par la cryoscopie dans le benzène est 169,8 (calculé pour $C^3Cl^3H^3O$: 161,5).

Ce nouveau corps a donc la même formule brute que l'acétone trichlorée $C^3Cl^3H^3O$, mais ses propriétés sont différentes. Cette dernière, en effet, est, d'après les travaux de Cloez [2], soluble dans l'eau; l'ammoniaque la convertit à froid en acétamide. Le liquide que nous étudions est insoluble dans l'eau et l'ammoniaque n'agit sur lui ni à froid, ni à chaud.

Tout le Cl doit être fixé sur le même atome de carbone, car l'action à chaud de l'acide sulfurique fournit du chloral, l'oxydatfon au moyen du mélange chromique donne du chloroforme et enfin l'action à chaud de la

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 1901, 3e série, t. XXV, p. 531.
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. IX.

potasse et de l'aniline en solution alcoolique produit une carbylamine reconnaissable à son odeur.

On peut donc assigner provisoirement à ce corps la formule développée

$$\begin{array}{l} CCl^3 \\ | \\ HC\diagdown \\ |\quad\; >O \\ H^2C\diagup \end{array}$$

qui en fait un oxyde de propène trichloré.

Nous poursuivons l'étude de ce composé pour établir sa formule avec certitude, ainsi que le mécanisme suivant lequel il prend naissance.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **A. Luttringer**, présentée par M. A. Haller.

En condensant les éthers α-bromés répondant à la formule

$$R - CHBr - CO - OC^2H^5$$

avec le trioxyméthylène en présence du zinc, et en décomposant le produit de la réaction par l'eau, on obtient les éthers α-alcoylhydracryliques qui, déshydratés, donnent les éthers α-alcoylacryliques. C'est par cette méthode qu'ont été obtenus les acides α-alcoylacryliques qui ont servi pour nos recherches.

On sait, d'après les travaux de Fittig (*Ann. de Liebig*, t. CCLXXXIII, p. 50), que les acides non saturés βγ se transposent sous l'influence des alcalis en acides non saturés αβ. Nous avons observé que l'acide sulfurique, dans des conditions convenables, était susceptible de produire une migration inverse de la liaison éthylénique des acides α-alcoylacryliques.

Le mode opératoire employé est le suivant : l'acide non saturé est versé goutte à goutte dans six à dix fois son poids d'acide sulfurique concentré ou à 80 pour 100, selon le cas, refroidi à 0°. Le produit est chauffé au bain-marie pendant quelques heures, puis versé sur de la glace. En saturant de sulfate d'ammonium, épuisant à l'éther et traitant la solution éthérée par le bicarbonate de potassium, on isole, d'une part, des produits acides, et d'autre part, des produits neutres.

Cette étude, qui a porté sur les acides α-éthyl-, propyl-, isopropyl-, butyl-, heptylacryliques, α-méthyl-β-éthylacrylique et αβ-hexénique normal, nous a montré que l'on obtient des résultats différents suivant la constitution de l'acide employé.

D'une manière générale, la double liaison émigre dans la chaîne la plus longue, soit en $\alpha\beta$ pour donner un acide non saturé isomère, soit en $\beta\gamma$ en donnant une γ-lactone. Le mécanisme de la transposition de la liaison éthylénique sous l'influence de l'acide sulfurique a lieu vraisemblablement par hydratations et déshydratations successives. Nous avons d'ailleurs pu mettre en évidence l'existence d'α-oxyacides intermédiaires par la formation de cétones résultant de la décomposition de ces oxyacides avec perte de 1^{mol} d'oxyde de carbone et de 1^{mol} d'eau.

$$R-CH^2-CH^2-\underset{CO^2H}{C}=CH^2 \rightarrow R-CH^2-CH^2-\overset{OH}{\underset{CO^2H}{C}}-CH^3 \rightarrow R-CH^2-CH=\underset{CO^2H}{C}-CH^3$$

$$\rightarrow R-CH^2-\overset{OH}{CH}-\underset{CO^2H}{CH}-CH^3 \rightarrow R-CH=CH-\underset{CO^2H}{CH}-CH^3$$

$$\rightarrow R-\underset{OH}{CH}-CH^2-\underset{CO^2H}{CH}-CH^3 \rightarrow R-\underset{O\,\text{———}}{CH}-CH^2-\underset{CO}{CH}-CH^3$$

$$R-CH^2-CH^2-\underset{CO^2H}{C}=CH^2 \rightarrow R-CH^2-CH^2-\overset{OH}{\underset{CO^2H}{C}}-CH^3 \rightarrow R-CH^2-CH^2-CO-CH^3$$

Lorsque l'atome de carbone qui se trouve en γ par rapport au carboxyle est primaire, on obtient un acide non saturé $\alpha\beta$, la double liaison se trouvant dans la chaîne la plus longue. L'acide α-éthylacrylique, par exemple, fournit de l'acide tiglique et de la méthyléthylcétone. Toutefois, si l'atome de carbone en β est tertiaire, la migration s'arrête au premier terme de passage et l'on n'obtient que la cétone correspondante : l'acide α-isopropylacrylique ne donne que de la méthylisopropylcétone.

Quand l'atome de carbone en γ par rapport au carbonyle est secondaire, la réaction donne naissance, à côté de la cétone, à une γ-lactone, dont la constitution a été démontrée en la préparant d'autre part synthétiquement.

Lorsque la chaîne est normale, la migration semble se faire beaucoup moins facilement; l'acide $\alpha\beta$-hexénique, étudié à ce point de vue, ne nous a donné qu'une quantité assez faible de lactone.

On peut remplacer, dans ces expériences, les acides α-alcoylacryliques par les acides hydracryliques correspondants; il se produit alors une première déshydratation donnant l'acide alcoylacrylique.

Des essais faits en vue de rechercher si la migration ne se produit pas, soit en présence de soude caustique, soit par simple ébullition des acides, ne nous ont donné que des résultats négatifs.

Fittig a donné une méthode de séparation des acides $\alpha\beta$ et $\beta\gamma$ non saturés (*Ann. de Liebig*, t. CCLXXXIII, p. 50). Cette méthode repose sur l'action de l'acide sulfurique dilué (1^{vol} acide conc. + 1^{vol} eau) sur les acides non saturés dans des conditions convenables, les acides $\alpha\beta$ restant inaltérés, les acides $\beta\gamma$ étant transformés en γ-lactones. Nous nous sommes demandé si nos expériences n'étaient pas en contradic-

tion avec le principe de cette méthode. Il n'en est rien : les acides alcoylacryliques, traités dans les conditions indiquées par Fittig, restent inaltérés. Ce résultat nous a même permis de vérifier que les acides α-alcoylacryliques que nous avons étudiés étaient exempts d'acides βγ non saturés isomères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Soudure de la leucine naturelle à l'acide carbamique.* Note de MM. **Hugounenq** et **Albert Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

L'union en une même molécule des acides amidés est la voie par laquelle on s'efforce d'arriver à la synthèse des glucoprotéines et peut-être à celle des peptones et des albumines. On sait que M. E. Fischer obtient des peptides

$$(AzH^2R - CO - AzH - R'.COOH)$$

dérivés de deux acides amidés en transformant en amide la fonction acide de l'un avec la fonction amine de l'autre.

Nous avons essayé de souder ces acides amidés en les faisant entrer dans une même molécule d'urée substituée :

$$CO\begin{cases} AzH - R - COOH \\ AzH - R' - COOH \end{cases}$$

type de corps que Schützenberger prévoyait dans la molécule d'albumine.

Nous avons mis en œuvre les procédés classiques de préparation des urées substituées ; ils nous ont tous donné des résultats que nous publierons. Aujourd'hui nous signalons l'action de l'urée sur la leucine naturelle (4 méthyl-2 amino-pentanoïque).

Acide leucine-hydantoïque $\frac{CH^3}{CH^3}\rangle CH - CH^2 - \underset{CO\langle{AzH \atop AzH^2}}{CH} - COOH$. — Une molécule de leucine se dissout à 130°-135° avec dégagement d'AzH^3 dans un excès d'urée fondue.

Une fois la réaction achevée, on dissout la masse dans l'eau ammoniacale, puis on précipite par un acide minéral étendu. On obtient une poudre blanche, cristalline, que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool et qui est l'acide leucine-hydantoïque, dont les dosages élémentaires ont vérifié la constitution.

C'est un corps très blanc, leucinimorphe, cristallisé en aiguilles fines, qui fond en se décomposant entre 200° et 210°.

Il est très peu soluble dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau bouillante ; soluble dans l'alcool, mais beaucoup plus à chaud qu'à froid.

Il est insoluble dans les acides minéraux étendus, mais soluble dans l'acide acétique. Il se dissout dans les bases alcalines avec lesquelles il donne des sels très solubles. Ceux des métaux lourds sont fort peu solubles.

L'acide leucine-hydantoïque est décomposé en solution alcaline par l'hypobromite de soude avec dégagement d'azote et formation d'acide carbonique et d'acide leucique, d'après l'équation :

$$\begin{array}{l} {CH^3 \atop CH^3} > CH - CH^2 - \underset{|}{CH} - COOH \\ \qquad CO < {AzH \atop AzH^2} + 3BrONa + 2NaOH \\ \qquad\qquad = Az^2 + CO^3Na^2 + 2H^2O + 3NaBr + {CH^3 \atop CH^3} > CH - CH^2 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - COOH \end{array}$$

L'acide leucique que nous avons obtenu ainsi a été analysé après purification du sel de zinc et identifié avec le produit décrit par Strecker et par Waage.

Leucine-hydantoïne : $${CH^3 \atop CH^3} > CH - CH^2 - \underset{AzH}{\underset{|}{CH}} - \underset{AzH}{\underset{|}{CO}} \quad (AzH - CO - AzH)$$ — En chauffant l'acide leucine-hydantoïque au-dessus de 150°, nous l'avons transformé par perte d'eau en son anhydride que nous avons purifié par cristallisation dans l'alcool et dont d'excellentes analyses nous ont permis de vérifier la composition et la constitution.

La leucine-hydantoïne est un corps blanc, fondant en se décomposant à 200°-210°; cristallisé en fines aiguilles soyeuses, très peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'alcool même froid, insoluble dans les acides minéraux étendus, très soluble dans les bases alcalines. C'est un acide monobasique par l'atome H lié à l'Az placé entre les deux CO. Elle est très stable et elle résiste à l'action ménagée de l'hypobromite de soude, ce qui s'explique par l'existence du noyau $-\underset{AzH}{\underset{|}{CH}} - \underset{AzH}{\underset{|}{CO}}$. (les deux AzH réunis par CO)

La soudure de la leucine avec l'urée donne donc naissance à un acide très résistant, comme celle du glycocolle à l'urée a déjà donné de l'acide urique entre les mains d'Horbaczewsky.

Par une longue ébullition avec l'eau, la leucine-hydantoïne s'hydrate et donne l'acide leucine-hydantoïque.

Nous poursuivons sur ces corps, ainsi que sur l'acide tyrosine-hydantoïque déjà décrit par Jaffe, ainsi que sur la tyrosine-hydantoïne découverte par Blendermann dans l'urine, des recherches pour étudier plns particulièrement comment ces corps se comportent en présence des ferments digestifs et des microbes urophages. Nous examinerons aussi si ces substances peuvent, dans les bouillons de culture des microbes pathogènes, remplacer les glucoprotéines dont M. Lepierre a indiqué l'utilisation par ces organismes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse des cétones saturées par la méthode de réduction catalytique.* Note de M. **Darzens**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente j'ai montré que l'on pouvait préparer, par une réduction convenable de l'oxyde de nickel, un catalyseur capable de réduire des cétones aromatiques en carbures correspondants, sans toutefois hydrogéner le noyau benzénique existant dans ces cétones.

En cherchant à hydrogéner à l'aide de ce même catalyseur des cétones grasses saturées, j'ai été amené à reconnaître que ces corps résistaient à l'action hydrogénante et passaient complètement inaltérées. Ce résultat est entièrement conforme avec les observations de MM. Sabatier et Senderens qui ont constaté la production des cyclohexanones dans l'hydrogénation des phénols, ces cétones cycliques ayant beaucoup d'analogie avec les cétones grasses saturées.

Cette stabilité remarquable du groupe CO vis-à-vis des catalyseurs, atténuée par une réduction à une température convenable ou un simple recuit d'un catalyseur actif, m'a fait penser que l'on pourrait facilement préparer les cétones saturées $C^nH^{2n}O$ par hydrogénation des cétones non saturées du type $C^nH^{2n-2}O$.

L'expérience a entièrement confirmé cette prévision, mais elle a montré, en outre, que la température de préparation du catalyseur avait encore une importance bien plus grande.

Pour réussir ces sortes d'hydrogénations, sans production d'alcool, il convient d'opérer la préparation du catalyseur entre 245° et 250°, la température de réduction étant de 180° à 190°.

Pour séparer la cétone saturée ainsi préparée, je traite simplement le produit de la réaction par de l'acide sulfurique à 60 pour 100 environ, qui a la propriété de détruire les cétones grasses non saturées et de dissoudre les alcools qui auraient pu prendre naissance; le liquide décanté est ensuite lavé, séché sur le sulfate de soude et distillé.

L'oxyde de mésityle :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CO-CH^3$$

se transforme ainsi en méthylisobutylcétone.

La méthylhexanone synthétique, préparée par condensation de l'acétone avec l'isobutylaldéhyde,

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C-CH=CH-CO-CH^3$$

m'a conduit avec de bons rendements à la méthylisoamylcétone,

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C-CH^2-CH^2-CO-CH^3$$

bouillant à 144°-146°. Semicarbazone fondant à 141°-142°.

La méthylhepténone naturelle :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CH^2-CH^2-CO-CH^3$$

ainsi que la méthylhepténone synthétique :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH=CH-CO-CH^3$$

m'ont donné toutes les deux la même isohexylcétone, bouillant à 168°-170°. Semicarbazone, 153°-154°.

Les cétones non saturées se préparant très facilement par la condensation des aldéhydes avec l'acétone ordinaire, il en résulte une méthode générale et pratique pour la préparation des cétones saturées, permettant de passer d'une aldéhyde grasse en C^n à la cétone saturée en C^{n+3}.

J'ai indiqué dernièrement une méthode de synthèse des aldéhydes qui a pour point de départ ces cétones saturées; la combinaison de ces deux méthodes de synthèse permet donc de réaliser également le passage d'une aldéhyde grasse en C^n à l'aldéhyde homologue supérieure en C^{n+4}.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly (1904 e) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. Chofardet, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1905.		Étoiles.	Gr.	Temps moyen de Besançon.	ΔƦ.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
				h m s	m s	′ ″	
Janvier	7...	a	10	6.53. 5	− 0.40,28	− 4.31,5	9 : 6
»	7...	a	10	7.29.14	− 0.38,28	− 5.44,0	9 : 6
»	8...	b	10	6.34.19	− 1. 1,11	+ 4. 9,5	12 : 9
»	9...	c	8,9	6.49.52	+ 1.39,61	+ 5. 3,3	12 : 9
»	10...	d	8,3	6.26.14	+ 0.10,47	− 6.34,4	12 : 9
»	10...	e	9,1	6.26.14	− 0.39,62	− 1.25,8	8 : 9
»	11...	f	7,5	6.20.51	+ 2. 0,81	+ 1.49,8	12 : 12

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a..	An. rapp. à 1933 Paris₁	1.26.26,25	−0,11	92.49.20,8	+8,2
b..	An. rapp. à 308 AG. Nicolajew	1.28.16,23	−0,10	91.53. 0,7	+8,0
c..	290 AG. Nicolajew	1.27. 8,77	−0,12	91. 3.30,6	+7,7
d..	304 id.	1.30.10,02	−0,11	90.27.59,5	+7,7
e..	307 id.	1.31. 0,02	−0,10	90.22.49,5	+7,7
f..	303 id.	1.29.54,62	−0,11	89.31.58,3	+7,4

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Janvier 7......	1.25.45,86	8,771	92.44.57,5	0,829*n*
» 7......	1.25.47,86	9,082	92.43.45,0	0,828*n*
» 8......	1.27.15,02	8,482	91.57.18,2	0,824*n*
» 9......	1.28.48,26	8,791	91. 8.41,6	0,818*n*
» 10......	1.30.20,38	8,392	90.21.32,8	0,813*n*
» 10......	1.30.20,30	8,392	90.21.31,4	0,813*n*
» 11......	1.31.55,32	8,285	89.33.55,5	0,808*n*

Remarques : *Janvier* 7. — La première série est interrompue par des nuages. Pendant la seconde série, faite par un beau ciel, la comète apparaît comme une condensation ronde de 10ᵉ à 11ᵉ grandeur et de 1′ de diamètre.

Janvier 9. — Un assez fort vent du SW agite la lunette.

Janvier 10. — La comète a sensiblement le même aspect que les jours précédents, mais le noyau est plus brillant.

Janvier 11. — Le voisinage de la Lune, âgée de 6 jours, atténue l'éclat de la comète, aussi les pointés en sont gênés.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (*e*, 1904) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0ᵐ,318. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1904-05.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	✶ − ⋆ ΔR.	✶ − ⋆ ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
		h m s	m s	′ ″		
Déc. 30....	*a*	9.25. 7	+0.36,82	+15.16,3	12:12	S
31....	*b*	8.45. 6	−0.31,52	+ 7.23,9	10: 8	S
Janv. 5....	*c*	9. 0.13	−0. 8,25	−13.14,4	12:12	S
5....	*c*	9.28.39	−0. 6,54	−12.17,7	12:12	R

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1904-05,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1904-05,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a....	1.14.13,33	+2,85	— 9.25.52,5	+ 9,6	Wien-Ottakring
b....	1.16.36,38	+2,87	— 8.30.17,9	+ 9,7	Wien-Ottakring
c.....	1.23. 6,28	—0,12	— 4. 3.55,3	— 8,3	Paris, n° 1811

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1904-05.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Déc. 30......	1.14.53,00	$\bar{1}$,501	— 9.10.26,6	0,782
31......	1.16. 7,73	$\bar{1}$,405	— 8.22.44,3	0,676
Janv. 5......	1.22.57,91	$\bar{1}$,476	— 4.17.18,0	0,754
5......	1.22.59,62	$\bar{1}$,534	— 4.16.21,3	0,750

On voit la comète sous la forme d'une nébulosité arrondie d'un diamètre de 45″ environ, avec un noyau central très net de 6″, dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 10e grandeur.

GÉOLOGIE. — *Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au nord-ouest du Chott el Hodna.* Note de M. SAVORNIN, présentée par M. Michel Lévy.

L'orographie de l'Algérie se résume, comme on sait, en deux grandes chaînes convergentes connues sous le nom d'*Atlas*; au nord l'*Atlas tellien*, au sud l'*Atlas saharien*. La rencontre géographique des deux systèmes montagneux se fait au nord du bassin du Chott el Hodna, qui est la terminaison orientale, l'angle aigu du triangle des Hautes-Plaines intermédiaires. Or les deux Atlas se distinguent nettement par leur direction générale, par leur aspect extérieur, par les terrains qui les constituent, et enfin par l'architecture de leurs chaînons.

La structure simple de l'Atlas saharien est mise en évidence par la troisième édition de la Carte géologique au 800 000e de l'Algérie. Les plissements y sont en quelque sorte seulement ébauchés et constituent des faisceaux amygdaloïdes [1]. Les seuls terrains que ces ondulations laissent

[1] ET. RITTER, *Le Djebel Amour et les monts des Ouled Naïl* (*Bull. Serv. de la Carte d'Algérie*, 1902).

voir, dans le sud algérien (monts des Ouled Naïl), sont les étages crétaciques, du *Néocomien* au *Turonien*. Le *Sénonien* est rarement conservé; le *jurassique supérieur* ne pointe que dans quelques dômes plus accusés.

L'Atlas tellien est autrement complexe à tous les points de vue. L'orographie en est plus variée, plus tourmentée, pourrait-on dire. La série des étages qui s'y montrent comprend tous les terrains connus en Algérie, depuis les schistes les plus anciens, cristallins ou non, jusqu'au Pliocène le plus récent. Les plissements y sont extrêmement énergiques et ont réalisé les structures les plus diverses et les plus compliquées.

Or, j'ai pu constater que les plis *embryonnaires* de l'Atlas saharien se retrouvent partout, au nord du Hodna, dans les contreforts méridionaux de l'Atlas tellien, mais qu'ils y sont empâtés, déformés par une structure plus récente et plus compliquée. Dans cette région, qui comprend de l'ouest à l'est : l'*Ouennougha*, le sud de la *Medjana*, les *Monts hodnéens* et, sans doute, le *Bellezma* (¹), on peut reconnaître l'existence d'une *série d'anciens dômes*, surtout indiqués par des arêtes de calcaires turoniens formant ceinture à des noyaux infracrétaciques : I, au *flanc sud du Djebel Choukchot;* II, à *Sidi Amar* (*Dreat*); III, à *Medjez el Foukani;* IV, au *Djebel Maâdid;* V, au *Talemtaga;* VI, dans les monts des *Ouled Hamrèche;* VII, dans les monts des *Ouled Tebben;* VIII, dans le *Djebel Bou Taleb;* IX, dans le *Djebel Gneiss*. Ces trois derniers sont depuis longtemps reconnus comme se rattachant à la chaîne saharienne. Plus à l'est, le *Djebel Touggourt*, de Batna, se rattache évidemment au faisceau de l'Aurès. Plus à l'ouest, le *Bou Taleb* a été parfaitement décrit par M. Ficheur (²), et il ressort de cette description que ce massif avait déjà acquis une individualité bien nette avant le dépôt du *Sénonien inférieur* (poudingues rouges). J'ai moi-même indiqué récemment que, dans le *Maâdid* (³), l'allure du *Sénonien supérieur* révèle l'existence d'un dôme elliptique à cette place avant le dépôt des calcaires à *Heterolampas Maresi*.

Mais ce n'est pas tout : tandis qu'au sud du Hodna ou de la zone des steppes qui lui fait suite à l'ouest, les montagnes de l'Atlas saharien ne semblent montrer aucune trace de terrain plus récent que le *Sénonien*, au nord sont largement représentés l'Éocène et même le Miocène inférieur. Ce dernier terrain, signalé depuis Brossard (⁴), au sud des monts du Hodna, existe également au nord de ces montagnes, ainsi que je l'ai fait connaître (³). On sait que ce *Cartennien* débute constamment par des formations littorales, ce qui m'a permis de reconnaître sur une assez grande étendue les contours des rivages correspondants.

(¹) *Voir* pour ces noms : A. Bernard et E. Ficheur, *Les régions naturelles de l'Algérie*.

(²) *B. S. G. F.*, 3ᵉ série, t. XXI.

(³) *B. S. G. F.*, 3ᵉ série, t. IV : *Structure du Djebel Maâdid et du Talemtaga*.

(⁴) *Constitution physique et géologique de la région de Sétif* (*Mém. S. G. F.*, 2ᵉ série, t. VIII).

En outre, j'ai reconnu que la constitution des sédiments supérieurs décèle leur dépôt dans un géosynclinal en voie d'affaissement continu. Or, ce *Miocène* participe lui-même à des plissements remarquables. C'est une deuxième structure, véritablement superposée à la première. Les anciens plis ont été déformés, exagérés. C'est au point que le *flanc sud du Djebel Choukchot* (I) montre un remarquable recouvrement d'un paquet infracrétacique sur des tranches peu inclinées de Sénonien; montre aussi le Cénomanien arrivant, par un pli faible déversé au sud, sur le Miocène.

Dans le *Dreat* (II), le noyau infracrétacique (peut-être même avec du jurassique supérieur : dolomies de El Hamra rappelant celles de Bou Saada), s'est comporté comme un solide môle contre lequel les plis récents, *venus du nord*, se sont écrasés. Par contre, au sud de ce massif, les dépôts miocènes sont demeurés absolument tranquilles : on y voit le rivage de la première invasion marine presque exactement repéré par la courbe de 1000^{m}.

Le dôme de *Medjez* (III) est trop peu accusé pour qu'on puisse y reconnaître deux phases de plissement.

Dans le *Maâdid* (IV) le mouvement miocène a simplement déplacé l'axe du dôme elliptique, ce qui a produit l'apparence d'anomalie de la direction de cet axe, par rapport à ceux des autres chaînons des monts du Hodna [1]. Ici, l'effort orogénique de la deuxième structure semble s'être satisfait par le système de failles que j'ai fait connaître. Mais, plus au nord, dans le Medjana, j'ai reconnu des plis couchés au sud et admettant du *Cartennien*.

En résumé : 1° Les plis de l'Atlas saharien ont existé, avec tous leurs caractères propres, dans la région actuellement occupée par l'Atlas tellien au nord des plaines de Hodna et de l'oued el Ham.

2° L'âge de ces plis est ordinairement compris entre le Crétacique supérieur et l'Éocène inférieur.

3° Un géosynclinal miocène (*Cartennien*) s'est constitué au nord du Hodna et, plus exactement, au nord de la série de dômes que j'ai énumérés.

4° De ce géosynclinal sont sortis des plis d'âge miocène (fin du 1er étage méditerranéen), qui ont rénové la structure primitive, en la compliquant de plis étirés et de grandes fractures accompagnées ou non de chevauchements.

---

(1) *Cf.* Brossard, *loc. cit.;* Ritter, *loc. cit.;* Savornin, *loc. cit.*

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence et la situation tectonique anormale de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie.* Note de MM. **J. Deprat** et **M. Piroutet**, présentée par M. Michel Lévy.

On observe, le long de la côte occidentale de la Nouvelle-Calédonie, une formation assez importante de calcaires et de calcaires gréseux accompagnés de poudingues. Ces dépôts furent d'abord assimilés par MM. Garnier et Heurteau ([1]) aux formations cristallines que l'on observe en lentilles dans les terrains anciens de l'île. Ensuite, M. Pelatan ([2]) les rapporta au même niveau que les couches à *Mytilus problematicus* Zitt. de Téremba, mais constata que la zone à *Pseudomonotis leur était superposée*. Enfin, l'un de nous, envoyé en mission géologique par le Ministère des Colonies, parcourut, en 1901, une partie de l'île. Observant ces formations sous le niveau à *Pseudomonotis*, il crut pouvoir les considérer provisoirement comme antérieures au Trias supérieur; la présence de *Numm. pristina* Brady, indiquée dans les anciens Traités de Paléontologie comme carbonifère, lui parut confirmer l'âge indiqué par la situation stratigraphique et l'autoriser à rapporter certaines sections au groupe des Fusulines ([3]).

Des études récentes entreprises par l'un de nous en utilisant un grand nombre de plaques minces et de préparations des foraminifères inclus dans la roche ont permis d'y reconnaître une grande abondance de foraminifères appartenant principalement aux *Orbitoïdes* et notamment aux formes dont les loges équatoriales présentent une section carrée ou rectangulaire et que l'on groupe sous le nom d'*Orthophragmina*.

On sait, d'ailleurs, que les *Orthophragmina* ne se retrouvent pas dans les dépôts inférieurs ou supérieurs à l'Éocène, comme cela a été nettement

([1]) Garnier, *Essai sur la géologie et les ressources minérales de la Nouvelle-Calédonie* (*Ann. des Mines*, 6e série, t. XII, 1867, p. 1-92, pl. I-II, Carte). — Heurteau, *Rapport à M. le Ministre de la Marine et des Colonies sur les richesses minérales et la constitution géologique de la Nouvelle-Calédonie* (*Ibid.*, 7e série, t. IX, 1876, p. 232-454, Carte).

([2]) Pelatan, *Les Mines de la Nouvelle-Calédonie, etc.* (*Génie civil*, t. XIX, 1891, p. 351-439).

([3]) Piroutet, *Notes préliminaires sur la géologie d'une partie de la Nouvelle-Calédonie* (*B. S. G. F.*, 4e série, t. III, p. 155 à 177).

indiqué par plusieurs auteurs qui se sont spécialement occupés de la question.

La présence de ces formes caractéristiques suffirait donc à elle seule à affirmer l'existence de l'Éocène. M. Douvillé, à qui nous avons soumis nos échantillons, a bien voulu nous confirmer cette attribution par son contrôle.

En plus des *Orthophragmina* qui remplissent certains bancs, l'un de nous a observé une grande abondance de sections de Nummulites et d'autres foraminifères moins caractéristiques (Popidéry, usine à gaz de Nouméa, etc.).

Ces dépôts paraissent nettement transgressifs sur les étages plus anciens, comme le prouve la présence de poudingues également riches en *Orthophragmina* et où l'un de nous a reconnu au microscope des débris arrachés à toutes les formations antérieures. D'après nos recherches, ces dépôts paraissent exister tout le long de la bande occidentale de la portion de la Grande-Terre, c'est-à-dire des environs de Nouméa au cap Goulvain.

L'étude de la chaîne centrale n'a pas permis encore d'observer de lambeaux de cet âge.

La présence de l'Éocène en Nouvelle-Calédonie présente également un grand intérêt, par suite de la situation absolument anormale de ces calcaires, par rapport aux terrains secondaires et anciens. Partout où l'on peut les observer, ils s'enfoncent en couches, parfois voisines de l'horizontale, *sous* les dépôts plus anciens. Tantôt c'est le Trias à *Pseudomonotis* qui recouvre l'Éocène fossilifère, tantôt c'est le Lias qui le surmonte. Ces derniers dépôts diminuent de plus en plus d'épaisseur en avançant vers la chaîne centrale et même paraissent manquer quelquefois, sauf entre Bouloupari et Thio où l'on rencontre ces couches jusqu'à la Koua, aux environs de Bourail et dans la vallée de Ni.

D'après les faits observés, on trouve généralement au-dessus de l'Éocène une série normale allant des couches à *Pseudomonotis* au Crétacé inférieur (avec lacune correspondant à une partie du Jurassique). Le fait très curieux est que, la série qui repose sur l'Éocène étant normale, on ne pourrait supposer l'existence d'un paquet de plis empilés et couchés sur cet étage, plis dans lesquels il constituerait l'axe des synclinaux. On est donc forcé d'admettre la présence d'une puissante écaille de terrains secondaires, refoulée d'abord sur l'Éocène et plissée ensuite avec lui.

La chaîne centrale, formée de terrains anciens et contre laquelle se relèvent et se renversent vers le sud-ouest les terrains secondaires, semble une seconde écaille poussée sur la première et recouvrant sa racine.

Ces charriages n'ont pour nous rien de commun avec celui des serpentines indiqué par M. Glasser. Ce géologue a cru devoir indiquer que les roches serpentineuses étaient charriées sur le Crétacé. Or pour nous elles ont bien été charriées, *mais avec le Crétacé* et non sur le Crétacé. Il serait prématuré sans doute de chercher déjà à retracer en détail l'ensemble des faits observés. Nous pouvons toutefois admettre déjà au début de l'Éocène la présence d'un géosynclinal compris entre l'Australie et une chaîne de terrains secondaires et anciens bordant la mer de Corail. La transgression éocène envahit toute la région sud-occidentale et peut-être bien toute la région occidentale de la Nouvelle-Calédonie. A la fin de la période éocène des mouvements tectoniques puissants refoulèrent sur les calcaires à *Orthophragmina* des écailles superposées de terrains de plus en plus anciens, écailles dont la racine doit être cherchée vers le nord-est.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques recueillies par la mission Chari-Lac Tchad.* Note de M. **H. Courtet**, présentée par M. A. Lacroix.

Les investigations géologiques de la mission scientifique Chari-Lac Tchad portent :

1° En prenant pour point de départ Fort-de-Possel, poste situé au confluent de la Kémo avec l'Oubangui, sur une région mesurant au nord-nord-est 525^{km} à vol d'oiseau, soit de la Haute-Ombella (5°30′ de latitude et 16°45′ de longitude) jusqu'au pays des Goullas (9°30′ de latitude et 19° de longitude).

2° En prenant pour point de départ Ndélé, capitale des États du sultan Snoussi, sur une région mesurant au nord-ouest 825^{km} à vol d'oiseau (rive droite du Bangoran, Bamingui et Chari), soit de Ndélé (8°25′ de latitude et 18°25′ de longitude) jusqu'à Mondo (Kanem) (13°45′ de latitude et 13°10′ de longitude).

La plus grande partie de ces régions n'avaient été parcourues jusqu'à présent par aucun géologue, mais nous avons recoupé en outre les itinéraires de deux explorateurs, MM. G. Bruel et L. Lacoin, qui ont fourni des indications géologiques [1] sur leur voyage.

---

[1] G. Bruel, *La région civile du Haut-Chari* (*La Géographie*, t. V, 1902). — L. Lacoin, *Observations sur la Géologie du pays de l'Oubangui au Tchad* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. III, 1903).

La *première région* offre, sur tout son parcours, l'aspect d'un immense plateau ondulé, dont les altitudes vont en croissant dans la direction du nord-nord-est et varient de 442^m (fort Sibut) à 611^m (Ndélé), pour atteindre un maximum de 827^m un peu au sud-est de Ndélé. Des points culminants on aperçoit, s'estompant jusqu'à l'horizon, les lignes de plus en plus indécises des collines, lignes desquelles émergent par endroits des mamelons disséminés, arrondis ou des rochers abrupts que l'on nomme *kagas*; ceux-ci atteignent rarement 100^m au-dessus du niveau général des terrains environnants.

Jusqu'au voisinage de Ndélé, la surface du sol est recouverte par des formations rouges, très ferrugineuses, plus ou moins latéritiques. Par places, les érosions ont mis à nu des roches variées dont je poursuis l'étude minéralogique dans le laboratoire de M. A. Lacroix, au Muséum : je me propose de donner dans cette Note un premier aperçu de leur distribution géographique et de leur nature.

Le cours de la Tomi franchit dans sa partie inférieure un échelon de schistes micacés, de calcschistes et de quartzites; un peu plus au nord, se rencontrent les premiers granites (parfois riches en épidote). A l'est, la Haute-Ombella est caractérisée par un lambeau de gneiss amphibolique et, au nord, par des gneiss et du granite. De Fort-Sibut à la ligne de partage des eaux (Dekoua), on rencontre une série de gneiss, souvent pyroxéniques, quelquefois pyroxéniques et amphiboliques, et l'on atteint, à Dekoua, un important affleurement de granite à épidote. La rive droite du bassin de la Nana est surtout caractérisée par des quartzites micacés, occasionnant par leur résistance à l'érosion les chutes de cette rivière.

Au confluent de la Nana et du Gribingui et sur la rive droite, le Kaga Bandéro (Fort-Crampel) constitue un important mamelon de gneiss, auquel sont associées des leptynites, avec lentilles ou lits de gneiss pyroxéniques et amphiboliques. Non loin de là apparaissent des quartzites à muscovite.

Le Kaga M'Bra est constitué par un amas de blocs gigantesques de ces mêmes quartzites micacés, empilés comme au hasard et dans lesquels il est impossible de déterminer une direction certaine de stratification. Certains lits de ces quartzites renferment des minéraux intéressants, en particulier du disthène, avec fort peu de dumortiérite et de klaprothite.

Au nord du Kaga M'Bra, on entre dans une région caractérisée par des mamelons granitiques, dont il a été parlé plus haut; ils sont rarement isolés et se présentent d'ordinaire groupés en plus ou moins grand nombre, par suite de l'irrégulière désagrégation d'un même massif, voici les principaux gisements à signaler : Aux Djé, le granite est à grain moyen; le groupement de Balidja est plus complexe, le type granitique le plus abondant y est porphyroïde (grands cristaux de microcline), mais il passe parfois à un granite à grain uniforme. Des filons d'aplite et de granite à grain fin sont fréquents, ils ont une direction NO-SE.

La trace d'actions mécaniques puissantes se manifeste dans quelques points de ce massif granitique, les roches sont dans ce cas laminées et

leurs éléments orientés dans une direction parallèle à celle des filons d'aplite.

Enfin, à l'extrémité de cette région, le pays de Snoussi est caractérisé par des grès horizontaux en masses épaisses, que l'on doit sans doute assimiler à ceux de Karoo. Ces grès ne sont que localement recouverts par la roche ferrugineuse, ils reposent sur des gneiss, des quartzites micacés ou sur des granites.

Enfin, je citerai au milieu de ces quartzites l'existence de dykes de norite et de gabbro.

La *seconde région* constitue une immense plaine, généralement marécageuse, dont la pente très faible vers le nord-ouest n'atteint qu'une différence d'environ 110^m sur une distance à vol d'oiseau de 700^{km}. De cette plaine émergent quelques mamelons ou rochers abrupts, toujours de faible altitude au-dessus du niveau général.

Parmi ceux-ci je citerai en particulier les monts des Niellims et aussi le Dar-el-Hadjer (pays des rochers), situé entre le lac Tchad et le lac Fittri, qui sont constitués par du granite fréquemment porphyroïde.

Le Dekakiré, également granitique, traversé à Korbol par un filon de microgranite à grands cristaux de microcline. Tous ces affleurements sont entourés d'une auréole de latérite très ferrugineuse. Enfin les rochers de Hadjer-el-Hamis, sur le bord même du Tchad sont, on le sait depuis quelque temps, constitués par une rhyolite à ægyrine.

En résumé, les gisements discontinus de roches que nous avons observés au cours de notre long voyage montrent que la région est constituée par des schistes cristallins, souvent plus ou moins redressés verticalement, traversés par des roches granitiques variées, et recouverts en stratification discordante par les grès horizontaux sans fossiles que l'on rencontre sur de si vastes étendues en Afrique [1]. Enfin, nos observations montrent que l'Hadjer-el-Hamis est le dernier gisement vers l'est de cette province pétrographique caractérisée par des roches alcalines qui, d'après des recherches récentes, se développe au nord, au sud et à l'ouest du Tchad, et qui est fort différente de celle que nous étudions ici.

(1) Nous avons trouvé, dans le Kanem, des calcaires et des marnes non fossilifères, ainsi qu'un tuf calcaire contenant des débris de roseaux actuellement à l'étude.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Contribution à l'étude chimique des sols, des eaux, et des produits minéraux de la région du Chari et du lac Tchad.* Note de M. **Alexandre Hébert**, présentée par M. Armand Gautier.

Au cours de la dernière mission qu'il a remplie dans la région du Chari et du lac Tchad, M. Auguste Chevalier a réuni un certain nombre de documents géologiques, agricoles et industriels dont il a bien voulu nous réserver l'étude. Nous sommes heureux de l'en remercier.

Terres à culture. — La mission a prélevé des échantillons des principaux types de sols cultivés par les indigènes ou sur lesquels croissent à l'état spontané diverses plantes industrielles ou alimentaires. Les prélèvements ont été faits en quatre régions très distinctes au point de vue du climat ou des productions : 1° à Krébedjé, à 5° de latitude N., sur l'emplacement du jardin d'essai installé par la mission, où le sol se prête bien à la culture des plantes tropicales; 2° dans le pays Snoussi, par 7°,5 dans la zone soudanaise, sur des terrains où l'on trouve à l'état spontané le *Coffea excelsa*; 3° dans le Bas-Chari, à Bousso et à Mandjafa, entre le 10e et le 11e parallèle, sur des emplacements très favorables à la culture du coton; 4° aux environs de l'Ouadi Rédessa où croît à l'état spontané le *Gossypium anomalum*. De l'état physique et des compositions de ces divers échantillons il se dégage les conclusions générales suivantes :

Tous ces terrains, fortement sablonneux, sont généralement très riches en azote, ce qui contribue à leur donner des propriétés fertilisantes. Cet avantage est partiellement contrebalancé par l'absence presque complète de chaux, de potasse, de magnésie et d'acide phosphorique et par la présence d'une assez forte quantité d'argile et de sels de soude. Bien que la plupart de ces terrains soient favorables à la culture d'un certain nombre de végétaux déjà acclimatés, ils gagneraient beaucoup à recevoir des additions d'engrais supplémentaires, quand les moyens de transport pourront le permettre d'une façon pratique.

Minerais et produits minéraux. — Le seul minerai rencontré en grande quantité par la Mission Chevalier est le minerai de fer, très abondant dans le bassin du Chari du 6e au 12e parallèle et dont les indigènes font l'exploitation.

Ces minerais présentent une bonne composition moyenne et se prêtent

à l'extraction du métal par la méthode dite *catalane*. Nous donnons ci-dessous la composition d'un de ces minerais ainsi que de la scorie et du métal qui en résultent après traitement indigène :

Minerai de fer du pays d'Oulgou.

Oxyde de fer (Fe^2O^3)	41,50	(Fe = 29,05 p. 100)
Oxyde de manganèse (Mn^3O^4)	1,10	(Mn = 0,79 p. 100)
Oxyde d'aluminium	5,61	
Oxyde de calcium	0,73	
Oxyde de magnésium	0,54	
Acide sulfurique	0,07	(S = 0,028 p. 100)
Acide phosphorique	1,17	(P = 0,51 p. 100)
Gangue ou parties insolubles	37,58	
Perte au feu	11,70	
	100,00	

Fer fabriqué avec ce minerai. (*Pour* 100 *de métal brut.*)

Carbone total	0,216
Manganèse	0,1 à 0,2
Soufre	moins de 0,02
Phosphore	0,22
Silicium	1,63
Fer	Le complément

Scorie provenant de la fabrication de ce fer.

Silice	62,74
Oxyde d'aluminium	12,54
Oxyde de calcium	1,92
Oxyde de magnésium	Traces
Protoxyde de fer	21,59
Protoxyde de manganèse	0,91
Acide phosphorique	0,22
	99,92

Le *carbonate de soude naturel*, ou *natron*, se trouve en gisements au Borkou et au

Sahara et donne lieu à un commerce important avec le Bornou, le Baguirmi et l'Ouadaï. Un échantillon de natron de Borkou, qui nous a été soumis, s'est montré composé de carbonate de sodium hydraté presque pur. On le trouve aussi, mélangé d'une forte proportion d'autres sels alcalins, à l'est du Tchad dans des cuvettes asséchées ou partiellement recouvertes d'eau.

Le chlorure de sodium existe en couches blanches stratifiées dans le lit du Rahat-Saraf et à l'état de dépôts rouges dans l'Ouadi Démi à l'est du Borkou. Ce dernier sel prend, après quelque temps, une couleur rouge brique due à la présence d'un composé de fer qui s'oxyde peu à peu. Cette matière est constituée par du sel marin très impur.

Le chlorure de sodium d'origine végétale du pays Assala est fabriqué par lessivage des cendres du Doum (*Hyphœna Thebaïca*) et du *Salvadora Persica*; il s'exporte au Baguirmi et au Bornou et est prélevé comme impôt par l'administration française. Ce sel est composé principalement d'un mélange de chlorures de potassium et de sodium. Il est intéressant de rapprocher sa composition de celle donnée par Dybowski et Demoussy (1), pour les sels d'origine végétale employés comme condiments par les populations voisines de l'Oubanghi et qui étaient composés de carbonate, sulfate et surtout de chlorure de potassium, à l'exclusion de sels de sodium.

Efflorescences cristallines et eaux de la région du Tchad. — Le Chari, qui se jette au sud du lac Tchad, subit en novembre une crue telle que ses eaux se répandent dans une série de bassins bordant la grande nappe du lac. L'évaporation et l'infiltration amenant la baisse des eaux, les bassins ne communiquent plus avec le lac et finalement, la concentration continuant, il reste une croûte de sel à la surface du sol asséché.

Les efflorescences qui ont été rapportées formaient une masse compacte, cristalline, grise, alcaline, à odeur d'ammoniaque et de méthylamines, de saveur salée et amère, formée principalement de sulfate de sodium hydraté avec un peu de sels de potassium, de calcium et de magnésium. Ces sels proviennent de l'évaporation des eaux d'inondation, car un échantillon de ces dernières, que nous avons également analysé (2), présentait aussi une réaction alcaline, la même saveur salée et amère et était constitué principalement par du sulfate de sodium avec quelques sels de potassium. De plus, il était sulfhydrique, par suite vraisemblablement d'une réduction biologique partielle des sulfates, et renfermait une forte proportion de matières organiques azotées qui donnent naissance aux composés ammoniacaux et aminés que renferment les efflorescences.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 398.

(2) La composition intégrale et détaillée de tous les matériaux cités dans cette Note sera indiquée dans un Mémoire qui paraîtra au *Bulletin de la Société chimique*.

HYDROLOGIE. — *Sur la source de Hammam Moussa près de Tor (Sinaï).* Note de MM. **R. Fourtau** et **N. Georgiadès**, présentée par M. Albert Gaudry.

Nous croyons intéressant de communiquer à l'Académie les résultats de notre examen d'une source thermale située sur la côte ouest du Sinaï à 3^{km} au nord du petit port de Tor, station quarantenaire pour les pélerins musulmans à leur retour de la Mecque.

Elle est au pied du Gebel Hammam Moussa auquel elle a donné son nom. Cette montagne est la plus méridionale de la chaîne côtière du Gebel Araba, qui, de l'embouchure de l'Ouady Feiran à Tor, forme la partie occidentale du grand synclinal d'El Gara décrit par le savant professeur de l'Université d'Iéna, M. J. Walther [1]. Une faille est-ouest a coupé brusquement ce synclinal au Gebel Hammam Moussa et c'est au pied de l'abrupt versant sud de cette montagne que l'on trouve la source qui nous occupe.

La température moyenne est d'environ $+25^{\circ}$ ainsi qu'il résulte des notes prises par l'un de nous [2] au cours d'un voyage d'études dans cette région. Comme la température moyenne à Tor est de $+18^{\circ}$ il semble résulter de la température de la source une venue en profondeur de 150^{m} à 200^{m}.

Cette source a un débit peu abondant, elle sourd entre des marnes à *Hemiaster cubicus* Des. et des calcaires à *Ostrea africana* Lmk., c'est-à-dire à la limite du Cénomanien inférieur et du Cénomanien moyen. Les marnes contiennent de nombreux filons de gypse cloisonné et de petits amas de sel gemme, ce qui nous autorise à dire que la source doit sa minéralisation au lavage de ces marnes.

Voici les résultats de l'analyse faite par l'un de nous [3] sur un échantillon apporté par ordre du Supérieur du couvent du mont Sinaï :

Caractères organoleptiques. — A froid, *odeur* d'eau restée longuement enfermée; à chaud, *odeur* sensible de matières organiques. — *Saveur* franchement saline. — *Densité* à $15^{\circ} = 1,005$. — *Réaction* légèrement acide $= 0,01568\, SO^4H^2$ pour 1000. — *Couleur* normale. — *Degré hydrotimétrique* 307°. — *Extrait* à $120^{\circ} = 9^{g},330$ par litre.

---

(1) J. Walther, *Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel* (*Abhandl. d. math. phys. Classe d. kön. sächsischen Ges. d. Wiss.*, 1888, Band XIV, n° 10).

(2) M. R. Fourtau.

(3) M. N. Georgiadès.

Analyse quantitative, par litre.

Matières organiques	0g,0261
Chlorures en NaCl	6g,347
Sulfates en SO^4H^2	1g,036
Phosphates	traces
Acide carbonique total	0g,542
Potasse	0g,200
Chaux	1g,034
Magnésie	0g,542

Nous devons faire remarquer que cette eau nous est parvenue dans une bonbonne mal nettoyée ayant contenu du vin, très probablement, ce qui a influé fortement sur la quantité de matières organiques; cependant l'absence totale de sulfures nous incite à croire que l'eau de la source, si elle en contient réellement, ne doit en contenir que des quantités infinitésimales.

Il résulte de cette analyse que la source de Hammam Moussa appartient à la catégorie des sources chlorurées sodiques avec sulfates et se rapproche beaucoup de la source de Wiesbaden, de l'une des sources de Kissingen et surtout de la source de Hammam Selam dans le bassin de Hodna (Algérie) qui se trouve dans des conditions géologiques à peu près semblables et ne diffère de notre source, d'après l'analyse de Vatonne, que par sa plus grande teneur en sulfates.

Il est d'ailleurs à noter que toutes les sources des déserts d'Égypte, qui se présentent dans des conditions semblables de gisement, sont toutes plus ou moins minéralisées, mais qu'en général elles sont plutôt séléniteuses avec une fort petite quantité de chlorures. Tel est le cas de la source de l'Ouady Tayebah, d'Ayoun Markha et d'Aïn Taggadeh au Sinaï, ainsi que d'Aïn Araïdah et de la source du couvent de Saint-Paul dans la partie septentrionale du désert arabique entre le Nil et la mer Rouge. Il est donc incontestable que la source de Hammam Moussa doit sa grande teneur en chlorures à l'abondance des amas de sel gemme dans les marnes à *Hemiaster cubicus* qu'elle traverse avant de s'écouler à l'air libre.

PALÉONTOLOGIE. — *L'Homme et le Mammouth à l'époque quaternaire sur l'emplacement de la rue de Rennes.* Note de M. **Capitan**, présentée par M. Albert Gaudry.

Les fouilles pratiquées pour l'établissement du Métropolitain au sud de Saint-Germain-des-Prés, sous la rue de Rennes, ont permis de constater, à 8^{m} sous le pavé de la rue, et sur une épaisseur de 2^{m} à 3^{m}, l'existence de sables et de graviers quaternaires, reposant sur les marnes du gypse. Ces sables et graviers ont leur base à la cote 27 et 28 et leur sommet à la cote 30 ou 31 (la surface de la Seine, dans le prolongement de la rue de Rennes, étant à la cote 29). La nappe aquifère souterraine a été rencontrée à la cote 26. L'épaisseur de ces dépôts quaternaires va en diminuant du nord au sud, pour arriver à zéro, à peu près à la hauteur de la rue Saint-Placide.

Ces couches quaternaires ont fourni un certain nombre de silex taillés extrêmement grossiers que j'ai recueillis durant l'exécution des travaux et une dent de Mammouth parfaitement conservée. C'est, comme on peut le voir sur la pièce présentée, qu'ont bien voulu étudier les professeurs Gaudry et Boule, une dernière molaire inférieure droite dont les lames d'émail assez espacées indiquent qu'il s'agit d'une variété un peu différente du Mammouth type.

Je montre également à l'Académie une molaire supérieure de *Rhinoceros tichorhinus* qui provient du même gisement et a été recueillie par M. Thieullen.

On peut déduire de ces observations qu'au moment où se déposaient les graviers du Quaternaire inférieur, des Hommes, des Éléphants et des Rhinocéros vivaient dans la vallée de la Seine, précisément sur l'emplacement du Paris actuel.

Les découvertes d'ossements quaternaires dans les alluvions sableuses du sol de Paris, quoique rares, ne sont pas exceptionnelles. Dès 1867, le professeur Gaudry (*Bulletin de la Société géologique,* p. 147) avait signalé les trouvailles multiples d'instruments en silex et d'ossements de Mammifères faites dans le sol de Paris (par exemple à Grenelle et sur l'emplacement de l'hôpital Necker) et publiées par Cuvier, de Blainville, Gervais, Gosse (1860), Lartet et Christy (1864), Collomb (1865). M. Gaudry avait insisté sur les récoltes abondantes de silex taillés et d'ossements fossiles, faites depuis quelques années par M. Martin, à Grenelle, et M. Reboux, à Levallois. Il s'agissait

surtout d'ossements d'Éléphant antique, d'Hippopotame, de Mammouth, de Rhinocéros, de Bœuf, Cheval, Renne, Cerfs.

Ultérieurement, M. Guadet, architecte, en creusant les fondations de l'Hôtel des Postes, a recueilli une dent d'*Elephas primigenius*. Il en a été également trouvé une, lors de la construction des magasins du Bon Marché. M. Gustave Lecomte, architecte, a découvert, également dans Paris, des pièces de *Rhinoceros tichorhinus*. Dans ces dernières années, M. Thieullen a trouvé sur divers points de Paris, principalement à Vaugirard, de remarquables spécimens de Mammouth, notamment une mâchoire inférieure tout entière, actuellement dans la galerie de Géologie du Muséum. En 1897, M. Hénault, en creusant les fondations du pont Caulaincourt, au cimetière Montmartre, a découvert un squelette de Mammouth qui paraissait être entier; les dents, à peu près seules, ont été conservées. Quelques autres trouvailles du même genre ont été également faites dans Paris.

Tous ces faits indiquent un mouvement intense de vie à Paris durant l'époque du Quaternaire inférieur.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Assimilation chlorophyllienne en l'absence d'oxygène*. Note de M. **Jean Friedel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au cours d'une série d'expériences sur l'action de l'oxygène sur l'assimilation chlorophyllienne, j'ai constaté que l'intensité de ce phénomène n'était pas sensiblement modifiée si l'on diminuait la proportion d'oxygène jusqu'à 2 pour 100, la proportion de gaz carbonique étant la même que dans un appareil témoin contenant 18 pour 100 d'oxygène.

Dans des recherches antérieures (1) j'avais observé que l'assimilation ne variait pas non plus si l'on augmentait la quantité d'oxygène jusqu'à une proportion de 50 pour 100.

Je me suis proposé de voir si une dose minima d'oxygène était nécessaire à l'accomplissement du processus d'assimilation.

Les expériences ont porté sur les feuilles d'*Evonymus japonicus*. Une feuille détachée de l'arbuste est placée dans un tube à essai retourné sur le mercure et contenant un mélange d'azote et de gaz carbonique sans traces d'oxygène décelables au pyrogallate de potassium. L'appareil est exposé à la lumière du soleil et, dans des conditions favorables à l'assimilation, on observe un dégagement d'oxygène accompagné d'une absorption corrélative de gaz carbonique.

(1) *L'assimilation chlorophyllienne aux pressions inférieures à la pression atmosphérique* (*Thèse* de la Faculté des Sciences de Paris, 1902).

Exemple : 31 décembre 1904. Beau temps clair. L'expérience installée à 9^h^ du matin a été arrêtée à 3^h^20^m^ de l'après-midi. Le volume gazeux où se trouvait la feuille était de 5^{cm^3} environ.

Gaz initial.		Gaz final.	
CO^2........	17,89	CO^2........	0,48
Az..........	82,11	O..........	18,70
		Az..........	80,81

Le dégagement d'oxygène est de 18,70 pour 100 en volume, l'absorption de gaz carbonique est de 17,41.

Je me suis servi d'azote chimiquement pur préparé au moyen d'azotite d'ammoniaque.

Les feuilles, comme tous les organes vivants contenant des réserves sucrées, présentent le phénomène bien connu de la résistance à l'asphyxie. En abandonnant pendant 24 ou 48 heures, à l'obscurité, des feuilles dans de l'azote, on obtient un mélange d'azote et de gaz carbonique; c'est dans un pareil mélange que les feuilles mises en expérience ont assimilé.

Ainsi la présence d'oxygène, dans l'atmosphère mise à la disposition d'une feuille, n'est pas indispensable pour l'accomplissement du processus d'assimilation.

Le phénomène de la résistance à l'asphyxie remplace au début, pendant un temps très court, celui de la respiration quand l'oxygène fait défaut. Dès que l'assimilation chlorophyllienne s'est produite, le phénomène de la respiration peut reprendre grâce à une partie de l'oxygène provenant de l'assimilation.

BOTANIQUE. — *Une Bignoniacée à gomme de Madagascar.*
Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. G. Bonnier.

Les plantes les plus diverses peuvent présenter des écoulements gommeux; il n'est donc pas surprenant d'observer le fait chez une Bignoniacée. Nous ne croyons pas, cependant, que, jusqu'alors, une gomme de cette famille ait été étudiée, et c'est pourquoi nous donnons ici les caractères du produit qu'a recueilli à Madagascar notre correspondant, M. Perrier de la Bathie, sur le *Stereospermum euphorioides*.

Ce *Stereospermum*, appelé *mangarahara* par les Sakalaves, est un arbre de 10^m^ à 30^m^ de hauteur, qui est spécial aux forêts sèches de tous les terrains siliceux. Ses

grandes fleurs blanches, au tube un peu rosé, se forment de septembre à novembre, et les fruits mûrissent de novembre à juillet.

Le tronc, très droit et bien cylindrique, est à bois blanc très dur, que recouvre une écorce grisâtre, sans crevasses.

Pour obtenir la gomme, M. Perrier de la Bathie a enlevé cette écorce par plaques. Deux ou trois mois plus tard, de grosses larmes blanc laiteux perlaient sur les surfaces dénudées, et ce liquide a ensuite bruni.

Peu à peu, l'écoulement est devenu plus abondant, et une récolte de 10g par arbre a pu être faite, dès lors, tous les quinze jours.

La substance que nous avons reçue formait un bloc brun clair, terne à la surface. Elle est assez dure, mais peut être, cependant, brisée avec une relative facilité, et sa cassure est irrégulière, brune et brillante.

Elle est inodore et sans saveur appréciable. Lorsqu'on la laisse pendant quelques instants dans l'eau, elle colle ensuite très légèrement aux doigts. Au contact de la flamme, elle fond en se boursouflant, sans s'enflammer.

Sa densité est de 1,25 environ. La teneur en cendres est de 1 pour 100 en moyenne. Dans le mortier, la pulvérisation est très facile; nous avons donc traité la poudre par différents dissolvants.

L'eau la dissout entièrement, mais la solubilité est très faible. Il faut environ à la gomme 20 fois son poids d'eau bouillante pour qu'elle se dissolve complètement; et, dès que la solution se refroidit, le liquide se trouble, par suite du dépôt d'une partie de la substance.

A la température du laboratoire, il ne reste guère que 1g de substance dissoute pour 60g à 70g d'eau. La solution froide saturée ne représente donc, à peu près, qu'une solution à 1,5 pour 100.

Le séjour dans l'eau à 120° n'augmente pas cette solubilité.

Les autres dissolvants de la gomme sont l'alcool à 95°, l'acétone et le terpinéol. Avec ces trois liquides, le résidu qui reste sur le filtre semble composé uniquement de débris végétaux et autres impuretés.

Le chloroforme, l'éther, la benzine, le toluène, l'essence de térébenthine ne dissolvent pas, ou n'entraînent, même à chaud, que de très petites quantités de la substance.

Lorsqu'on jette la poudre dans l'éther froid, elle s'agglutine aussitôt. Le même effet est produit par le chloroforme bouillant.

Quant à la solution aqueuse, ses caractères sont les suivants :

Elle est légèrement brune et à peu près neutre. Comme la solution de gomme arabique ordinaire (gomme d'*Acacia Senegal*), elle donne avec le sous-acétate de plomb un abondant précipité gommeux, alors que, on le sait, en présence du même réactif, la solution de gomme d'*Acacia arabica* ne précipite pas.

Avec l'acétate neutre, qui ne provoque pas la précipitation de la gomme d'*Acacia Senegal*, on obtient, dans la solution de notre gomme de *Stereospermum*, un précipité grumeleux.

Un précipité analogue est produit par le perchlorure de fer, qui, en même temps, donne au liquide une coloration vert sale.

Le sulfate de fer ne modifie pas la coloration, mais donne un précipité qui se redissout dans l'acide chlorhydrique. Le persulfate, qui gélatinise la solution de gomme d'*Acacia Senegal*, sans la colorer, laisse d'abord claire, au contraire, la solution de gomme de *Stereospermum*, en la colorant, par contre, légèrement en verdâtre; mais bientôt le liquide se trouble et prend une coloration brune. On peut toutefois, ici encore, l'éclaircir de nouveau par l'addition d'acide chlorhydrique.

L'alcool, la potasse, le borax, l'alun sont sans effet.

La teinture de gaïac, qui bleuit la solution de gomme d'*Acacia Senegal*, ne change pas la couleur de la solution de gomme de *Stereospermum*.

Enfin la liqueur de Fehling n'est pas réduite.

En résumé, donc, cette gomme de *Stereospermum euphorioides* est une gomme vraie, contenant un peu de tanin et entièrement soluble dans l'eau, quoique sa solubilité soit très faible et ne puisse être complètement réalisée qu'avec les grandes quantités d'eau que nous avons indiquées plus haut, à chaud et à froid. Elle est en outre soluble dans l'alcool, l'acétone et le terpinéol.

Nous ne voyons pas, du reste, quelle application pourrait trouver ce produit dans l'industrie. Ses solutions aqueuses sont beaucoup trop diluées pour convenir à un emploi quelconque; et ce n'est que théoriquement qu'il faut classer la substance parmi les gommes arabiques, si l'on désigne sous ce nom général toutes les gommes dont la dissolution dans l'eau est complète.

PHYSIOLOGIE. — *Les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la chèvre.* Note de MM. **P. Oceanu** et **A. Babes**, présentée par M. A. Chauveau.

L'ovariotomie chez la chèvre n'étant pas connue, nous l'avons pratiquée, pour la première fois, à la salle des opérations de l'École vétérinaire de Bukarest, au mois de juin 1902.

Le but que nous avons poursuivi en pratiquant l'opération chez cette femelle a été de connaître les effets de l'ovariotomie sur la composition des éléments constituants du lait, sur l'engraissement, la prolongation de la sécrétion lactée, sur le mauvais goût et l'odeur hircine du lait de chèvre.

L'opération a été pratiquée, chez la chèvre comme chez la truie, par les flancs et non par le vagin, à cause de l'étroitesse vulvaire et de celle du canal vaginal.

Préparation des opérées. — Les chèvres ont été soumises, pendant 3 jours, à une demi-diète; elles seront à jeun et n'auront reçu la veille qu'une demi-ration.

Quelques instants avant l'opération, la peau des creux des flancs sera rasée, savonnée et désinfectée par des solutions de sublimé à 1 pour 1000 ou par l'acide phénique à 5 pour 100.

Assujettissement de la chèvre pour l'ovariotomie. — L'opération doit être faite la femelle étant assujettie debout, attitude qui facilite beaucoup l'exécution.

Ainsi donc, la chèvre étant assujettie sur une table, un aide sera chargé de la tête qu'il tiendra immobile; un autre aide, placé à côté de la femelle, au niveau de la croupe, s'opposera aux mouvements des parties.

La disposition anatomique des organes génitaux de la chèvre est la même que celle des femelles des grands ruminants, avec cette exception toutefois que ces organes sont moins volumineux, plus étroits et plus courts que ceux de la vache.

Les ovaires de la chèvre, ayant le volume et la forme d'un haricot, sont situés à proximité du bassin, au voisinage du corps de l'utérus ou de la base des cornes et près de l'extrémité de celles-ci, où ils sont fixés à la face interne et près du bord antérieur des ligaments larges par une lame séreuse doublée de faisceaux fibreux qui forme le pédicule de l'ovaire.

La région du flanc est constituée par trois muscules superposés; le superficiel recouvert par la peau, le profond doublé par le fascia transversal ou aponévrose sous-péritonéale sur laquelle est appliqué le péritoine doublé d'une couche conjonctivo-adipeuse.

Cette région est irriguée par l'artère circonflexe iliaque, par les branches inférieures des artères lombaires et les dernières intercostales.

Les instruments et objets dont il convient de se munir sont : un bistouri convexe, une aiguille Reverdin et des fils de soie et de catgut, lesquels seront aseptisés par des solutions phéniquées ou de sublimé.

La technique opératoire comprend quatre temps principaux :

1° Incision des parois des flancs;

2° Recherche et préhension de l'ovaire;

3° Ablation de l'ovaire, en appliquant d'abord une ligature à l'extrémité du pédicule;

4° Suture de la plaie cutanée avec de la soie en la recouvrant avec du collodion iodoformé.

Durant les premières heures qui suivent l'ovariotomie, on n'observe pas de signes de coliques et il ne survient qu'une légère réaction fébrile, l'hyperthermie dépassant rarement 39,9.

Pendant quelques jours la sécrétion lactée est amoindrie, elle ne tarde pas à revenir à son chiffre normal.

Les soins qu'il convient de donner aux opérées sont très simples. La cicatrisation totale des plaies opératoires s'obtient presque toujours par première intention en 7 à 8 jours.

Le renversement du rectum serait un accident chez la chèvre au cours de l'opération lorsqu'on fait des lavements pour vider le rectum; s'il survient, il faut effectuer

la réduction, puis prévenir la récidive en appliquant sur l'anus un tampon ouaté et continuer l'opération.

Indigestion et ballonnement des flancs sont des complications à craindre chez les chèvres ovariotomisées, pouvant être combattues par des frictions révulsives et injections de pilocarpine.

Les conditions les plus favorables pour effectuer l'ovariotomie sont :

1° L'âge entre 5 et 6 ans;

2° L'état de santé;

3° L'époque de l'ovariotomie correspondant aux mois de mai ou de juin lorsque la lactation est à son summum.

Les avantages de l'ovariotomie sont les suivants :

1° Par cette opération on fait disparaître l'odeur hircine du lait; l'ovariotomie est un moyen plus simple, moins coûteux et plus rapide dans ses effets que la sélection, pour obtenir le même résultat;

2° On active et prolonge la durée de la sécrétion lactée, laquelle, chez les chèvres que nous avons ovariotomisées, a été de 13-15 mois en moyenne;

3° On favorise l'engraissement et le rendement en viande de qualité supérieure sans mauvais goût et sans odeur hircine;

4° On fait augmenter le rendement du lait;

5° On modifie avantageusement les éléments physiologiques constituants du lait en augmentant la quantité du beurre, du caséum et de l'acide phosphorique et en diminuant le lactose.

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note ayant pour titre : *Étude de quelques dérivés de l'acide aminoéthanoïque : I. Synthèse et propriétés des acides thiohydantoïques monosubstitués.*

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 janvier 1905.

Mécanique et Physique du globe. Essais d'Hydraulique souterraine et fluviale, par Edmond Maillet. Paris, A. Hermann, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Georges Lemoine. Hommage de l'auteur.)

Les tremblements de terre de 1903 en Portugal, par Paul Choffat, avec une planche. (Extr. des *Communicações* du Service géologique du Portugal; t. V; Lisbonne, 1904.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent, Hommage de l'auteur.)

Visite de la Société des Ingénieurs civils de France aux mines de Bruay (Pas-de-Calais), 10 juin 1904, par J.-M. Bel. Paris, au siège de la Société, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale, paraissant tous les jeudis; n° 1092, 5 janvier 1905. Paris, Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes (Office national de la propriété industrielle); 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe, paraissant le 1er de chaque mois; janvier 1905. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

La Revue des Idées, études de critique générale, paraissant le 15 de chaque mois; n° 13. 2e année, 15 janvier 1905. Paris; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie, publiés le vendredi de chaque semaine; t. LVIII, n° 1, 13 janvier 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Chimie pure et appliquée, paraissant tous les 15 jours. Directeur : George-F. Jaubert; 7e année, t. VIII, n° 1, 8 janvier 1905. Paris; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique, bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 32e année, 1905, n° 1. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société centrale d'Agriculture, Sciences et Arts du département du Nord, séant à Douai; 3e série, t. VIII, 1900-1902. Douai, A. Bassée, 1904; 1 vol. in-8°.

Société centrale d'Agriculture, des Sciences et des Arts du département du Nord. Bulletin du Comice agricole, Années : 1899 (2e partie), 1900 (1re et 2e parties), 1902-1904 (1re partie). Douai, imp. A. Bassée, 1901-1904; 6 fasc. in-8°.

The N-rays of M. Blondlot, by C.-G. Abbot; with plate 1. (From the *Smithsonian Report* for 1903, 207-214.) Washington, Government printing Office, 1904; 1 fasc. in-8°.

Guide to the Archives of the Government of the United States in Washington.

by Claude Halstead van Tyne and Waldo Gifford Leland; pub. by the Carnegie Institution of Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

The physical Review, a journal of experimental and theoretical Physics, conducted with the cooperation of the American physical Society, by Edward-L. Nichols, Ernest Merritt, and Frederick Bedell; Vol. XX, n° 1, january 1905. Lancaster, Pa., et New-York, The Macmillan Company; 1 fasc. in-8°.

The journal of the American chemical Society, published monthly, vol. XXVII, n° 1, january 1905. Easton, Pa.; 1 fasc. in-8°.

The journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Japan; vol. XIV. Tokyo, 1904; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXXIX, séance du 26 décembre 1904.)

Note de M. *Deslandres,* Sur le groupe de bandes négatif de l'air :

Page 1175, ligne 31, *au lieu de* (1886), *lisez* (1887).

Page 1178, ligne 16, *au lieu de* formulée en 1902, *lisez* formulée en 1903.

Page 1180, ligne 9, *au lieu de* les mêmes longueurs d'onde, *lisez* les mêmes nombres de vibrations.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1[er] Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1[er] à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1[er] Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1[er] Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1[er] Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 16 janvier 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. H. POINCARÉ. — Sur la généralisation d'un théorème élémentaire de Géométrie. 113
M. EMILE PICARD. — Sur quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité...... 117
MM. H. MOISSAN et CHAVANNE. — Sur quelques constantes physiques du calcium et sur l'amalgame de calcium............ 122
M. A. HALLER. — Sur les β-méthyl-ε-alcoyl-cyclohexanones et les alcools correspondants, homologues de la menthone et du menthol........................ 127
MM. A. HALLER et C. MARTINE. — Sur une synthèse de la menthone et du menthol.. 130
M. G. BIGOURDAN. — Observations de la nouvelle comète Borrelly (1904, e) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de 0m,305 d'ouverture)... 132

CORRESPONDANCE.

M. FEDERIGO ENRIQUES. — Sur les surfaces algébriques irrégulières.................. 133
M. GEORGES RÉMOUNDOS. — Sur quelques points de la théorie des nombres......... 135
M. S. BERNSTEIN. — Sur les équations du type parabolique 137
M. C. CAMICHEL. — Sur la fluorescence..... 139
MM. C. MATIGNON et R. TRANNOY. — Combinaisons du chlorure de samarium avec le gaz ammoniac........................ 141
MM. J. TRIBOT et H. CHRÉTIEN. — Sur un hydrate colloïdal de fer obtenu par électrodialyse et sur quelques-unes de ses propriétés 144
MM. G. PERRIER et E. PROST. — Sur un isomère de l'acétone trichlorée 146
MM. E.-E. BLAISE et A. LUTTRINGER. — Migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques 148
MM. HUGOUNENQ et ALBERT MOREL. — Soudure de la leucine naturelle à l'acide carbamique................................ 150
M. DARZENS. — Sur une nouvelle méthode de synthèse des cétones saturées par la méthode de réduction catalytique........... 152
M. P. CHOFARDET. — Observations de la comète Borrelly (1904 e) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé. 153
MM. RAMBAUD et SY. — Observations de la comète Borrelly (e, 1904) faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de 0m,318........................... 154
M. SAVORNIN. — Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au nord-ouest du Chott el Hodna............................. 155
MM. J. DEPRAT et M. PIROUTET. — Sur l'existence et la situation tectonique anormale de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie 158
M. H. COURTET. — Observations géologiques recueillies par la mission Chari-Lac Tchad. 160
M. ALEXANDRE HÉBERT. — Contribution à l'étude chimique des sols, des eaux et des produits minéraux de la région du Chari et du lac Tchad 163
MM. R. FOURTAU et N. GEORGIADÈS. — Sur la source de Hammam Moussa près de Tor (Sinaï) 166
M. CAPITAN. — L'Homme et le Mammouth à l'époque quaternaire sur l'emplacement de la rue de Rennes 168
M. JEAN FRIEDEL. — Assimilation chlorophyllienne en l'absence d'oxygène........ 169
M. HENRI JUMELLE. — Une Bignoniacée à gomme de Madagascar.................. 170
MM. P. OCEANU et A. BABES. — Les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la chèvre. 172
M. EMM. POZZI-ESCOT adresse une Note ayant pour titre : « Étude de quelques dérivés de l'acide aminoéthanoïque : I. Synthèse et propriétés des acides thio-hydantoïques monosubstitués »....................... 174
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.............................. 175
ERRATA.. 176

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 4 (23 Janvier 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JANVIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ARCHÉOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur les altérations séculaires des substances hydrocarbonées d'origine organique*, par M. BERTHELOT.

Les expériences exécutées dans nos laboratoires sur les altérations spontanées que les composés hydrocarbonés d'origine organique éprouvent sous l'influence prolongée du temps, spontanément, ou bien avec le concours des agents atmosphériques, ne portent en général que sur des espaces de temps très limités : quelques jours, quelques mois, quelques années au plus (1). Il faut un soin tout particulier et des conditions spéciales pour qu'un observateur conserve des échantillons authentiques et bien définis pendant quelques dizaines d'années. Quant aux transmissions d'un expérimentateur à l'autre, elles ne réalisent pour ainsi dire jamais ces conditions favorables, et il arrive plus rarement encore que le nouveau directeur d'un laboratoire consente à poursuivre les études de son prédécesseur : contrairement aux prévisions faites autrefois par Fr. Bacon sur la continuité nécessaire des recherches scientifiques.

Aussi les investigations relatives aux modifications lentes des composés chimiques, et spécialement des substances organiques, ne peuvent guère être réalisées que sur des échantillons provenant soit de plantes connues

(1) Voir mes observations sur l'oxydation spontanée de l'éther hydrique au bout de 17 ans (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX, p. 42).

dans l'antiquité, soit et surtout de fouilles et travaux archéologiques, spécialement sur ceux conservés dans les musées. Là surtout il est possible d'en établir l'origine et l'authenticité, sans la connaissance desquelles les études de ce genre seraient dépourvues de toute valeur.

C'est dans ces conditions que j'ai eu déjà l'occasion d'opérer à différentes reprises : notamment pour l'étude d'un vin de l'époque gallo-romaine, contenu dans une fiole de verre, scellée à la lampe, tirée d'un tombeau des champs Aliscans (1); de matières grasses renfermées dans un vase antique rencontré près de Reims (2), dans une nécropole gallo-romaine; de blés trouvés à Pompéi (3); de la manne du Sinaï, qui se récolte encore aux mêmes lieux qu'autrefois (4), etc. Les recherches de cette nature sont d'ailleurs intéressantes à un double point de vue : l'un purement chimique, l'autre historique et archéologique.

Voici l'origine et la composition des nouvelles matières que j'ai étudiées pendant l'année 1904.

J'avais appelé l'attention obligeante de M. G. Bénédite sur l'utilité qu'il y aurait à rechercher les matières qui pourraient exister encore dans l'intérieur des fioles et vases analogues, provenant de l'antiquité. L'analyse de ces matières est susceptible de fournir quelques renseignements historiques nouveaux sur les usages funéraires et autres. D'autre part elle nous apprend aussi ce que deviennent certaines matières organiques au cours de longues périodes de conservation; ce qui intéresse à la fois les chimistes et les archéologues.

Le savant conservateur du Musée du Louvre a bien voulu examiner, avec moi, à ce point de vue, différents objets et notamment trois vases provenant de l'ancienne Égypte (1070 *a*, 1070 *b* et 1071 *g*).

Ces vases (*fig.* 1) sont pareils, en forme de fioles hautes et étroites, munies d'une anse, fabriquées en terre cuite rougeâtre à surface polie, sans dessins ni inscriptions. En voici les dimensions :

Hauteur totale, $0^m,28$ à $0^m,26$, non identique pour tous;

---

(1) *Histoire des Sciences : la Chimie au moyen âge*, t. I, p. 380.

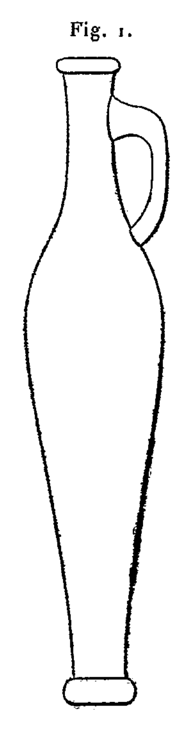
(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVI, p. 445. — Voir aussi les résidus d'une lampe préhistorique, *même Recueil*, 7e série, t. XXV, p. 77; et quelques observations relatives à l'altération séculaire des huiles siccatives, *même Recueil*, 7e série, t. XXIII, p. 25.

(3) *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. IV, 1863, p. 402.

(4) *Histoire des Sciences : la Chimie au moyen âge*, t. I, p. 385.

Ventre, $0^m,18$ à $0^m,20$; Col, $0^m,06$;
Diamètre intérieur de l'orifice, 0,25; Plus bas dans le col, $0^m,02$;
Diamètre extérieur de la bague qui entoure l'orifice, $0^m,035$;

Fig. 1.



Diamètre extérieur maximum de la fiole, $0^m,10$;
Diamètre minimum au bas, 0,07;
La capacité intérieure doit être voisine de 100^{cm^3}.

La date de ces objets pourrait être précisée, d'après les indications que voici :

Deux exemplaires de fioles semblables, appartenant au mobilier funéraire de tombes de la XVIIIe dynastie (1600 à 1370 av. J.-C.), ont été découvertes dans la nécropole d'Abydos, au cours des fouilles de MM. Maciver et Mace (1899-1901). Ils sont figurés dans les planches XLV et L de la publication intitulée *El Amrah and Abydos,* qui fait partie de la collection du *Egypt Exploration Fund, London,* 1902.

J'ai décalqué plus haut l'une de ces figures, semblable aux fioles du Louvre.

C'est de ces fioles que M. Bénédite a extrait les matières que j'ai analysées, savoir : matière pulvérulente empâtée de sable (1070*a* et 1070*b*),

plus visqueuse et épaisse dans la troisième (n° 1071 *g*). La dernière était la plus abondante; c'est celle qui a servi surtout à mes expériences. La matière extraite des deux autres fioles n'en différait, d'après mon étude, que parce que le produit organique était comme solidifié par imprégnation dans une masse de sable, mélangée avec un peu de paille; cette dernière peut être moderne et due aux accidents de transport. Après avoir fait ces vérifications, je me suis attaché à la substance extraite de la fiole 1071 *g*.

C'est une matière noirâtre, visqueuse, possédant une odeur de corps gras altéré, avec nuance aromatique et bitumineuse. Réaction acide. Soumise avec précaution à l'action de la chaleur, elle développe une odeur empyreumatique, analogue à celle de l'acroléine. Chauffée sur une lame de platine, elle se gonfle, se volatilise, puis brûle presque sans résidu. L'incinération fournit en petite quantité des cendres blanches, exemptes de sulfates et de phosphates, ne faisant pas effervescence avec les acides; mais du chlore en proportion relative notable. Distillée dans un tube fermé par un bout, elle fournit un produit volatil, gras, insoluble dans l'eau, acide et qui se concrète par refroidissement.

Le poids total extrait de la fiole 1071 *g* s'élevait à 14g,108; sans préjudice des portions notables adhérentes à l'intérieur et au col du vase. Ce corps est soluble dans l'éther.

Un essai de saponification par la chaux hydratée, à 100°, pendant plusieurs heures, n'a pas fourni de glycérine, préexistante ou régénérée. Il semble que celle-ci ait disparu par l'effet d'une oxydation séculaire.

Donnons maintenant les analyses :

1. Voici la composition de la *matière totale*, redissoute dans l'éther, puis isolée par évaporation et desséchée à 110° pendant un court espace de temps (pour éviter autant que possible l'oxydation).

C'est une huile rougeâtre, sirupeuse, à réaction acide.

Elle ne laisse que $\frac{1}{200}$ de son poids de cendres, qui ont été déduites. Traces négligeables d'azote.

La combustion a donné :	Les rapports atomiques $C^{10}H^{18}O^{3}$ exigeraient :
C = 64,15	C = 64,5
H = 9,29	H = 9,7
O = 26,56	O = 25,8
100,00	

On a essayé de titrer l'acidité avec de l'eau de chaux; mais le titre est peu certain. D'autre part, la matière chauffée au bain-marie pendant plu-

sieurs heures avec de la litharge en poudre fine, a perdu 6,99 centièmes de son poids (eau).

Ces chiffres s'appliquent à un mélange de principes neutres ou acides, insolubles dans l'eau, avec des principes acides formant des sels de chaux solubles. Les derniers acides représentent environ le dixième du poids total, comme il va être dit.

2. En effet, on peut isoler ce dernier ordre d'acides à l'état de sels calcaires blancs et cristallins, d'apparence écailleuse. A cet effet, on traite la matière précédente par l'hydrate de chaux; on mélange aussi bien que possible, on filtre, on précipite l'excès de chaux par l'acide carbonique, etc. Ces opérations ont fourni finalement des sels de chaux solubles dans l'eau, qui les a séparés d'autres sels calcaires insolubles.

Les sels solubles, débarrassés de l'excès d'alcali par l'acide carbonique et soumis à une évaporation bien réglée, ont fourni trois cristallisations successives, renfermant toutes sensiblement la même dose de calcium.

1° Le second et principal sel (brûlé au chromate de plomb) renferme

		Calculé pour $C^{10}H^{18}CaO^6$.	
C........	43,3	C.........	43,8
H........	6,4	H.........	6,6
Ca.......	15,2	Ca........	14,6
O........	35,1	O.........	35,0

C'est le sel de chaux d'un acide $C^5H^{10}O^3$.

2° La première cristallisation, obtenue exprès au voisinage de la limite de saturation de l'eau par les sels calcaires, était très peu abondante; l'analyse a fourni sensiblement la même proportion de chaux que la précédente.

3° L'eau mère, évaporée à sec, a donné, en proportion semblable, un mélange salin un peu moins carboné :

		Calculé pour $C^9H^{16}CaO^6$.	
C........	41,6	C.........	41,5
H........	6,1	H.........	6,1
Ca.......	15,1	Ca........	15,3
O........	37,2	O.........	37,1

Il semble donc qu'on ait affaire à plusieurs acides d'une même série homologue, $C^5H^{10}O^3$ et $C^4H^8O^3$, de la famille des acides hydroléiques (oxystéarique); ces acides homologues étant produits par une lente

réaction d'oxydation spontanée; conformément aux observations que j'ai faites sur les corps gras trouvés dans la nécropole de Reims. Je rappellerai d'ailleurs que l'acide oléique et les corps analogues manifestent d'une façon marquée les propriétés des corps oxydables-oxydants, formés sous la seule influence de l'oxygène atmosphérique.

3. Après extraction des sels précédents, il reste une masse insoluble dans l'eau. Cette masse, traitée par l'éther froid, lui a cédé seulement quelques centigrammes d'une matière amorphe, de l'ordre de l'oléate de chaux et analogues.

On a chauffé ensuite la matière insoluble sur un bain-marie pour chasser l'éther; puis on l'a fait digérer à chaud avec l'acide chlorhydrique concentré et l'on a repris par l'éther, afin d'isoler l'acide gras séparé de la chaux. Cette séparation n'était d'ailleurs que partielle, comme il va être dit. Le corps extrait par l'éther n'était pas cristallisé. Il a fourni à l'analyse :

		C'est-à-dire, cendres déduites.		Les rapports $C^{12}H^{22}O^3$ exigeraient :	
C.......	67,1	C......	67,7	C......	67,9
H.......	9,7	H......	9,9	H......	9,4
O.......	22,35	O......	22,4	O......	22,7
Cendres.	0,85				

Ce serait donc un acide du type $C^nH^{2n-2}O^3$ (acides oxyoléiques); probablement un mélange.

4. Cependant l'acide chlorhydrique, même par une digestion prolongée à chaud, n'a pas réussi à attaquer complètement le sel calcaire ; ce qui semble indiquer une constitution différente de celle des sels des acides gras proprement dits. J'ai cru utile de procéder à l'analyse des composés restants, insolubles dans l'éther et qui se présentaient, après lavage et dessiccation, sous la forme de grains durs et compacts. L'analyse a donné :

C..........................	44,9
H..........................	6,9
O..........................	31,4
Ca.........................	16,8

Ce qui répond aux rapports bruts :

$$C^{37,5}H^{70}CaO^8.$$

C'est sans doute un mélange. En déduisant la chaux, on arrive aux rap-

ports $(C^5H^{10}O)^n$, susceptibles de représenter des composés de l'ordre des bitumes ou des résines.

5. Il résulte de ces observations et analyses que les composés trouvés dans la fiole égyptienne représentent les produits d'une oxydation lente, séculaire, accomplie dans l'obscurité des hypogées. Il est difficile de remonter avec certitude à la matière originelle.

C'était une offrande funéraire, préparée sans doute par l'association de plusieurs produits naturels, tels qu'une huile grasse, mélangée avec des baumes, résines, bitumes, etc.

D'après le caractère et la composition des sels de chaux solubles et cristallisables qui ont été obtenus, je suis porté à croire que l'huile grasse primitive était l'huile de ricin : l'acide ricinoléique répondant à la formule $C^{18}H^{34}O^3$, c'est-à-dire au type des acides à 3 atomes d'oxygène, observés parmi les produits oxydés que renfermait la fiole funéraire égyptienne. L'huile de ricin était en effet connue et employée dans l'ancienne Égypte; elle figure dans les écrits et lexiques alchimiques [1] et il paraît qu'elle est encore aujourd'hui usitée comme aliment.

ARCHÉOLOGIE. — *Quelques métaux trouvés dans les fouilles archéologiques en Égypte;* par M. **Berthelot**.

Voici les résultats de l'examen que j'ai fait de quelques échantillons métalliques provenant de l'ancienne Égypte :

1. Les uns m'ont été envoyés en juin 1904 par M. Maspero. Ils proviennent d'une tombe récemment ouverte par notre confrère, appartenant d'après ses indications : « à l'époque thinite, et datée du Pharaon que l'on appelle, faute de mieux, le *Serpent*, lequel est probablement de la fin de la IIe ou du commencement de la IIIe dynastie ».

Ce sont des débris de lames minces, constituées par un alliage de cuivre pur, en très grande partie transformé en oxychlorure (atakamite) et hydrocarbonate, et mêlé de calcaire pulvérulent.

L'état de décomposition et de désagrégation était tel qu'il n'a pas été possible de séparer l'alliage métallique proprement dit, de sa patine et gangue.

---

[1] *Collection des anciens alchimistes grecs, traduction :* Lexique alchimique, p. 10. — *Introduction à la Chimie des anciens : Signes alchimiques,* p. 109, 113.

L'analyse, opérée sur de petites quantités de matière, a donné

Cuivre	56,7
Étain	2,0

Il y avait des traces de zinc, et dans la patine une dose notable de chlore, d'acide carbonique, d'oxygène, de chaux. Point d'arsenic, de plomb, d'argent, de fer, du moins en doses notables.

Cet échantillon est intéressant par sa grande antiquité, puisqu'il remonte aux dates les plus reculées de l'ancien Empire. Il doit être rapproché de ceux que j'ai analysés précédemment (1).

La présence de petites quantités d'étain dès cette époque est remarquable : ce métal ne pouvant guère provenir que de l'addition volontaire d'un minerai stannique au minerai cuivrique, mis en œuvre dans la préparation du métal.

Quant à l'oxychlorure et à l'hydrocarbonate de cuivre, ils ont été produits dans le cours des siècles, par l'action lente des eaux saumâtres et de l'air sur le métal primitif (2).

2. J'ai examiné également un lingot de cuivre, provenant du musée du Louvre, et qui m'a été remis pour cette étude par M. G. Bénédite. Ce lingot vient des fouilles de Mariette à Saqqarah ; il est d'origine pharaonique. Sa forme générale rappelle celle des lingots métalliques empilés, qui figurent dans certaines inscriptions hiéroglyphiques.

Le poids de cette lame est de 360^{g}. C'est un parallélépipède, qui offre l'aspect d'une plaque coulée dans un moule grossier. Elle est longue de 0^{m},140 ; large de 0^{m},042 à 0^{m},045 ; épaisse de 0^{m},0075 à 0^{m},006, suivant les points où on la mesure. La face de la tranche est légèrement arrondie, dans le sens de sa largeur. Les quatre lignes droites qui en définissent les bords, dans le sens de la plus grande longueur, sont légèrement dentelées par des entailles pratiquées sur les deux tiers environ de cette longueur, à partir de l'extrémité la plus large.

Le métal est couvert d'une légère patine verdâtre, dont l'usure laisse apparaître un fond rouge et brillant. L'aspect même de la patine n'est uniforme, ni sur les faces opposées, ni sur les tranches. Il manifeste plu-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 547, 551, 556, 561; *Histoire des Sciences : la Chimie au moyen âge*, t. I, p. 391, etc.

(2) Sur la genèse de ces altérations voir *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, 1895, p. 551.

sieurs régions distinctes, limitées parallèlement à la largeur et dont l'existence est attribuable à l'entrecroisement des plaques superposées.

Au point de vue chimique, cette lame est constituée par du bronze, avec sa composition normale. On a trouvé :

Cuivre	87,44	87,52
Étain	11,47	11,47
	98,91	98,99
Traces de plomb, patine oxydée, etc...	1,09	1,01

Point d'arsenic, d'argent, de zinc, de fer, de calcium en proportions sensibles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide, saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification.* Note de M. **Henri Moissan**.

Dans nos recherches sur la reproduction du diamant, nous avons pensé que la pression, produite par l'augmentation de volume de la fonte saturée de carbone au four électrique lorsqu'elle passe de l'état liquide à l'état solide, pouvait être la cause de la transformation de l'une dans l'autre des différentes variétés de carbone. Cependant, nous avons fait remarquer que cette interprétation était en dehors des résultats très nets de nos expériences, et, dans le Mémoire (1) publié aux *Annales* en 1896, nous disions : « Telles sont les idées vraies ou fausses qui nous ont amené à changer la direction de nos recherches sur le diamant et à faire intervenir la pression. Nous ne savons si cette théorie résistera aux expériences de nos successeurs, mais c'est à elle que nous devons les expériences que nous allons décrire qui nous ont amené à reproduire le diamant en cristaux microscopiques. »

La question de savoir si la fonte augmente de volume au moment de sa solidification a été étudiée depuis très longtemps par un grand nombre d'ingénieurs et de métallurgistes. Nous rappellerons tout d'abord que cette question ne peut pas être jugée sur la vue d'un lingot coulé dans un moule plus ou moins conique (2). Dans un moule métallique tel que ceux qui

(1) H. Moissan, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 289, 306 et 466).

(2) Dans un vase conique, l'eau, par exemple, qui, incontestablement, augmente de

sont employés pour la coulée de l'acier, le métal se solidifie en partie, à la base du moule, avant même que la coulée ne soit complète. Dans une lingotière, une partie du métal fondu se trouve en contact avec des parois métalliques plus ou moins épaisses; tandis qu'une autre partie forme la surface libre. Aux différents points de la surface du lingot, les vitesses de refroidissement sont donc très différentes.

Cette question a fait d'ailleurs le sujet d'un grand nombre de déterminations précises et de mesures exactes.

Ces mesures sont encore discutées, mais la difficulté des expériences et la complexité des fontes ordinaires ne rendent pas toujours les résultats comparables. Nous rappellerons d'abord les recherches de Réaumur. Dans des expériences multiples et poursuivies avec soin, de Réaumur (1) a soutenu, le premier, que la fonte de fer augmentait de volume, en passant de l'état solide à l'état liquide. Il a établi ce fait curieux en démontrant qu'un morceau de fonte chaud et parfaitement décapé nageait sur un bain liquide de la même fonte, ou bien, qu'un fragment de fonte solide, placé au fond d'un creuset, remontait à la surface lorsqu'on emplissait le creuset de la même fonte liquide. Il a fait voir aussi que le bismuth possédait cette même propriété déjà connue pour l'eau.

Beaucoup plus tard, cette question a été reprise par différents expérimentateurs et les résultats ont été tout d'abord contradictoires. En 1874, Robert Mallet (2) a publié un certain nombre de déterminations qui étaient en opposition avec les expériences de Réaumur. Peu de temps après, Wrightson (3), en 1880, a mesuré exactement une sphère liquide

---

volume en se solidifiant, peut passer à l'état de glace en produisant, suivant l'axe du cône, une cavité plus ou moins profonde qui peut aller jusqu'à $\frac{1}{3}$ de la hauteur du vase. Une expérience de Sage a, depuis longtemps, mis ce phénomène hors de doute : « Si le vaisseau dans lequel on fait geler l'eau est un cône évasé et bien proportionné, il ne se rompt pas pendant la congélation parce que l'eau glacée s'élève le long des parois du vase, de manière qu'elle déborde de plusieurs lignes, mais, si le vaisseau est cylindrique, il ne manque pas de se rompre. » [Sage, *Analyse chimique et concordance des trois règnes*, t. I, p. 79, *fig.* 2. (Paris, 1786.)]

(1) De Réaumur, *Que le fer est de tous les métaux celui qui se moule le plus parfaitement et quelle en est la cause.* (*Histoire de l'Académie royale des Sciences.* Paris, année MDCCXXVI; p. 273.)

(2) Robert Mallet, *On the alleged expansion in volume of various substances in passing by refrigeration from the state of liquid fusion to that of solidification* (*Royal Society*, t. XXII, p. 336 et t. XXIII, 1874, p. 209).

(3) Th. Wrightson, *On some physical changes occuring in iron and steel at high temperatures.* (*The Journal of the iron and steel Institute*, t. I, 1880, p. 11.)

de fonte au moyen de l'onkosimètre, et il a trouvé que, en se solidifiant, son diamètre passait de 15,28 pouces à 15,358 pouces pour diminuer ensuite en se refroidissant. De plus, la densité de la fonte refroidie, choisie à la partie extérieure de la sphère, était de 6,95, tandis qu'un échantillon, pris au centre, donnait 7,13. Il a vu aussi nettement que des morceaux de fonte, maintenus au fond d'un bain de la même fonte, jusqu'à un commencement de fusion, remontaient à la surface. D'après un certain nombre de ces expériences, Wrightson donne, pour la densité de la fonte de fer de Cleveland à l'état liquide et à l'état plastique (¹), les chiffres suivants :

État liquide.	État plastique.
6,94	6,68
6,92	6,70
7	6,50
6,88	6,55
6,73	6,24
6,84	6,32

La conclusion est que la fonte, de même que l'eau, augmente de volume, en passant de l'état liquide à l'état plastique.

M. Lowthian Bell (²), dont personne ne discutera la compétence dans ces questions, conclut, à la suite de nombreuses expériences, que la fonte solide flotte sur la fonte liquéfiée. Il établit, par les courbes obtenues au moyen d'un appareil enregistreur, que le phénomène du changement de l'état liquide à l'état solide correspond à une augmentation de volume. Enfin, il appelle l'attention sur l'importance des gaz qui se trouvent en solution dans le métal.

Sans vouloir épuiser l'historique d'une question qui nous entraînerait trop loin, nous parlerons encore des recherches de M. Keep publiées en 1895. M. Keep (³) a démontré, au moyen d'un appareil très ingénieux, que la fonte ordinaire liquide, en se solidifiant et en se refroidissant, fournissait trois expansions successives et que, de ces expériences, résultait une augmentation permanente du volume de la fonte. M. Keep a distingué et enregistré, au moyen de courbes, les changements de volume des fontes

---

(¹) L'état plastique est intermédiaire entre l'état liquide et l'état solide.

(²) LOWTHIAN BELL, *The journal of the iron and steel Institute*, n° 1, 1880; p. 31.

(³) W. J. KEEP, *Detroit, Michigan; Cooling curves and test for cast iron* (*Iron and steel Institute*, août 1895).

et des aciers et il a établi ainsi l'influence du silicium et des autres éléments dans ces phénomènes complexes.

En somme, on n'a commencé à mettre de l'ordre dans ces recherches qu'après avoir entrepris, d'une part, l'étude de la fonte au carbone et au silicium et, d'autre part, l'étude de l'acier. En 1897, dans des expériences que nous avons poursuivies au moyen de notre four électrique [1], nous avons fait remarquer qu'il fallait séparer nettement le phénomène du changement de volume dans la fonte et dans le fer. Ces remarques ont été faites justement à propos de nos expériences sur la reproduction du diamant. Nous rappellerons comment est conduite cette expérience. Lorsque nous refroidissons brusquement un culot de fonte en fusion dans l'eau froide, il se forme tout d'abord, à quelques degrés en dessous du point de solidification de la fonte, c'est-à-dire vers 1000°, une couche solide qui, à cette température, est malléable et épouse complètement la forme de la partie liquide qui se trouve encore à l'intérieur. Il y a adhérence entre la fonte liquide au milieu du culot et la couche extérieure déjà solidifiée. Le refroidissement continuant, cette couche s'épaissit tout en restant malléable tant qu'elle est au rouge. Mais, lorsque, par suite de l'augmentation du refroidissement, cette couche solide devient sombre, elle perd sa malléabilité et oppose, à la partie liquide qui reste encore à l'intérieur, une résistance plus grande. Dès lors, l'enveloppe solide est constituée et la fonte, encore liquide par son changement d'état, augmente de volume et produit une pression à l'intérieur du culot métallique. En somme, dans cette expérience, toute la fonte est plongée dans l'eau et la croûte solide qui se forme constitue la surface entière du lingot.

Notre expérience de la fonte refroidie brusquement dans l'eau, dans le plomb fondu ou dans la limaille de fer, est donc tout à fait différente d'une coulée de fonte ou d'acier dans un vase de métal. Dans notre manipulation, le phénomène de refroidissement de la fonte liquide dans l'eau est un phénomène complexe. Nous estimons qu'il y a augmentation de pression à l'intérieur du culot métallique et cela pour trois raisons :

1° Grâce à l'emmagasinement des gaz en solution dans la fonte qui, au moment du passage de l'état liquide à l'état solide, se dégagent instantanément;

2° A cause de la contraction de la couche superficielle refroidie brus-

---

(1) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 337. Paris, Steinheil.

quement pendant que le centre, encore liquide, est maintenu à une température plus élevée;

3° Par suite du changement de l'état liquide à l'état solide de la fonte saturée de carbone au four électrique.

Examinons successivement ces différentes causes :

1° On sait depuis longtemps que la fonte, portée au-dessus de son point de fusion, renferme en solution une grande quantité de gaz hydrogène et oxyde de carbone. Il nous suffira de rappeler sur ce point les travaux de notre confrère M. Cailletet (1), ceux du colonel Caron (2), ceux de MM. Troost et Hautefeuille (3), de Deville (4) et de Muller (5). Si, par refroidissement brusque, nous formons une couche résistante et homogène à la surface de la fonte en fusion, les gaz qui se dégageront exerceront une pression sur la fonte encore liquide. Lorsque le culot métallique, refroidi dans l'eau, présente extérieurement une surface lisse comme celle de la figure 3, les gaz contenus dans la fonte liquide n'ont pu sortir au travers de l'enveloppe.

2° Il est bien évident que, par suite du refroidissement brusque de la couche métallique extérieure et solide, mise au contact de l'eau froide, cette dernière diminue de volume, se contracte, tandis que la partie interne est encore liquide. Lorsque la couche métallique extérieure est devenue noire par son refroidissement rapide, si l'on sort de suite le culot métallique de l'eau qui l'entoure, il revient au rouge indiquant ainsi que le métal intérieur est encore à une température suffisante pour être liquéfié.

Nous avons démontré de plus, dans des expériences précédentes, que les diamants ne se rencontrent qu'au centre des culots métalliques.

3° L'augmentation de volume, due au changement de l'état liquide à l'état solide, tend également à augmenter la pression supportée par la partie restée liquide au centre du lingot.

Grâce à notre four électrique, qui nous permet de fondre le fer et la

(1) CAILLETET, *Recherches sur les gaz contenus dans la fonte et l'acier à l'état de fusion* (*Comptes rendus*, t. LXI, 1865, p. 850).

(2) CARON, *Sur les soufflures de l'acier* (*Comptes rendus*, t. LXII, 1865, p. 296; t. LXX, 1870, p. 451 et 1263.

(3) TROOST et HAUTEFEUILLE, *Rochage de la fonte* (*Comptes rendus*, t. LXX, 1870, p. 255, et t. LXXVI, 1873, p. 482 et 562, et t. LXXX, 1875, p. 788).

(4) DEVILLE, *Comptes rendus*, t. LXX, 1870, p. 256.

(5) MULLER, *Ueber die in Eisen und Stahl eingeschlossenen Gase* (*Berichte*, t. XII, p. 93).

fonte en un temps très court, nous avons pu faire de nouvelles recherches sur ce sujet.

Si l'on place 500^g de fer de Suède en petits fragments, dans un creuset de magnésie cylindrique et que l'on chauffe rapidement le métal au four électrique de façon à l'amener à l'état de fusion complète, puis que l'on vienne à retirer le creuset et qu'on le laisse refroidir à l'air, le culot métallique se creuse et se solidifie, sans que rien sorte de l'intérieur [1].

Répétons la même expérience avec le même poids de fer additionné de charbon de sucre et placé dans un creuset de graphite cylindrique, bon conducteur de la chaleur, de même forme que le creuset de magnésie employé précédemment. Nous avons chauffé ce fer pendant 5 minutes avec un courant de 600^{amp} sous 110^{volts}, de façon à obtenir la fonte la plus simple, celle qui ne renferme que du fer et du carbone. Nous sortons alors du four électrique le creuset qui contient la fonte liquide, nous le plaçons sur une plaque métallique et nous le laissons refroidir lentement à l'air en évitant toute vibration. Dans ces conditions, le métal reste liquide un certain temps, quelques bulles de gaz viennent se dégager à la surface, puis il commence bientôt à se solidifier. Il se produit tout d'abord une couche métallique solide et bien horizontale. Mais, peu d'instants après, par un point de moindre résistance, on voit sortir une certaine quantité de métal encore liquide qui est chassée par la pression intérieure. Tantôt cette sortie du métal liquide se produit en une fois, tantôt elle se produit par deux poussées successives. La figure 1 représente la surface d'un culot de fonte après sortie du métal dans ces dernières conditions. En même temps, si l'on examine la partie inférieure du culot de fonte, on remarque qu'elle a épousé, dans ses moindres sinuosités, la surface intérieure du creuset.

Nous avons souvent répété cette double expérience; elle nous a toujours donné les mêmes résultats.

Mais on peut penser que cette sortie du métal est due à l'expansion des gaz en solution dans le liquide, gaz qui se dégagent au moment de la solidification.

Nous ferons remarquer à ce sujet que la surface du métal repoussé en dehors du culot, est absolument lisse et qu'elle ne présente aucune trace d'un rochage semblable à celui de l'argent. De plus, si nous scions le culot

---

(1) Dans un creuset de magnésie, le fer fondu ne mouille pas la paroi; au contraire, dans un creuset de graphite, la fonte en fusion mouille le carbone et s'élève légèrement sur les bords par capillarité.

en coupant en deux la partie repoussée, on reconnaît que le point de départ de la sortie du métal encore liquide est une très petite poche gazeuse dont le volume n'est peut-être pas la cinquantième partie du volume métallique rejetée en dehors du lingot (*fig.* 2).

Cette petite cavité, examinée à la loupe, est tapissée de cristaux de graphite.

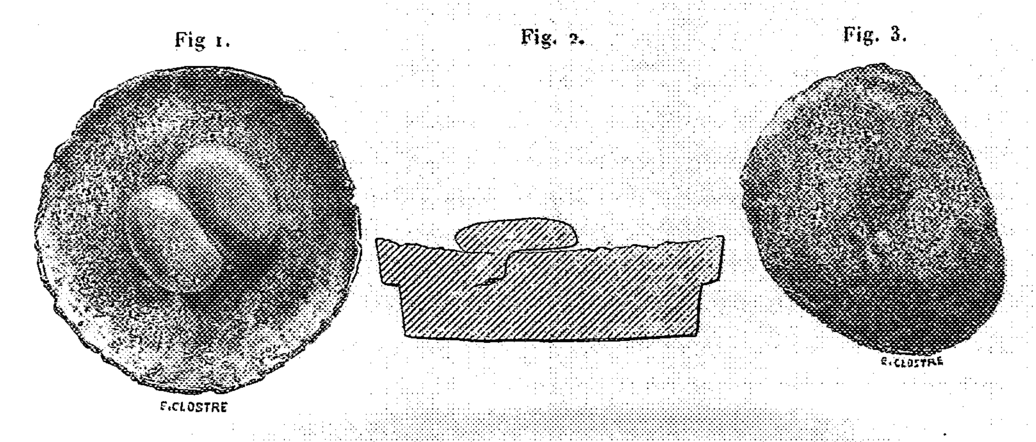


Fig 1. Fig. 2. Fig. 3.

Puisque, dans ce cylindre de fonte en fusion, qui se refroidit lentement, une certaine partie encore liquide est rejetée au dehors au moment de la solidification, il faut bien admettre que, si nous empêchons ce liquide de sortir du cylindre, il produira une augmentation de pression.

Ainsi s'explique que certains de nos culots, refroidis brusquement lorsque la croûte est suffisamment solide, ne laissent pas sortir de métal à l'extérieur (*fig.* 3). Ils possèdent alors une surface rugueuse, bombée, mais régulière, et, dans ce cas, ils contiennent des diamants.

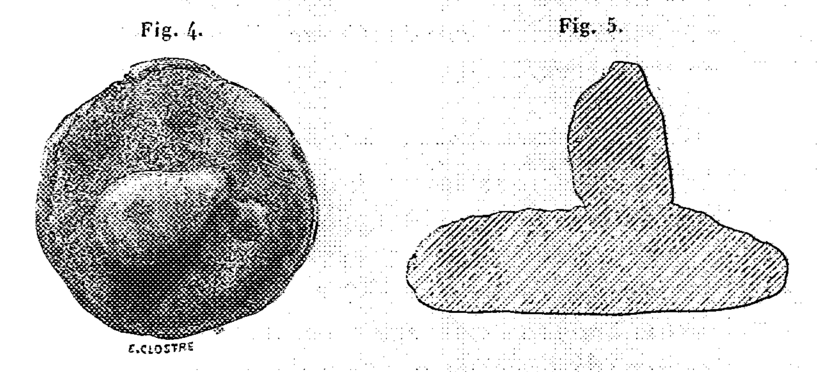


Fig. 4. Fig. 5.

Au contraire, si, par suite du défaut d'épaisseur de la croûte solidifiée, le métal a pu se faire jour au travers de l'enveloppe (*fig.* 4), le culot mé-

tallique, après traitement par les acides, ne renferme pas de diamants microscopiques.

De plus, nous ferons remarquer que le métal, resté encore liquide à l'intérieur du culot métallique au moment du refroidissement brusque, possède, grâce à la pression qu'il supporte, un point de fusion plus bas que celui de la fonte ordinaire. De sorte que si, sous l'action de la pression intérieure, il peut briser la croûte solide qui l'entoure, il sera repoussé sous forme d'un jet métallique qui se solidifiera brusquement. C'est ce qui est arrivé dans le culot dont la section est représentée dans la figure 5.

Il découle donc de nos expériences que le fer pur ou ne contenant que peu de carbone, en passant de l'état liquide à l'état solide, suit la loi générale de la solidification et sa densité s'accroît. Il diminue de volume. Par contre, ce métal, saturé de carbone au four électrique, fait exception à cette loi et augmente de volume en passant de l'état liquide à l'état solide. Si les expériences que nous relatons aujourd'hui sont concluantes, c'est parce que notre four électrique nous a permis d'abord de fondre le fer en quelques minutes et ensuite d'exagérer la dissolution du carbone dans ce métal. L'échantillon de fer fondu dans un creuset de magnésie renfermait moins de 1 pour 100 de carbone, celui qui a été fondu dans un creuset de charbon en contenait de 7,65 à 8,17 pour 100.

ASTRONOMIE. — *Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète.* Note de MM. LŒWY et PUISEUX.

L'ensemble des faits topographiques mis en lumière au cours de notre travail et particulièrement dans les deux dernières feuilles du huitième fascicule de l'*Atlas lunaire* nous semble apporter un témoignage important dans deux questions souvent agitées : Comment se fait, pour une planète, le passage de l'état liquide à l'état solide? A quel point de cette transformation la Terre et la Lune sont-elles actuellement parvenues?

En fait, la réponse à la première question dépend ordinairement de la solution que l'on adopte pour la seconde, et celle-ci est envisagée avec le désir d'expliquer le plus simplement ou le plus mathématiquement possible certains phénomènes terrestres.

Ainsi, une école scientifique se réclamant de l'autorité de Lord Kelvin, de MM. G.-H. Darwin, King et Barus, considère la solidification de la Terre

comme à peu près achevée. Les phénomènes volcaniques manifesteraient seulement l'existence de poches liquides isolées, insignifiantes par rapport au volume total. Dans ce système, la solidification a commencé par le centre et s'est propagée jusqu'à la surface.

La plupart des géologues admettent, au contraire, avec le professeur Suess, avec M. de Lapparent, l'existence d'une lithosphère, écorce relativement mince enveloppant une masse incandescente. Ici la solidification a débuté par la surface et progresse lentement vers le centre, en opposant aux épanchements volcaniques un obstacle de plus en plus efficace, mais non encore insurmontable dans le cas de la Terre.

Si, au lieu de partir de l'état actuel, on tente de présenter les faits dans l'ordre historique, les deux écoles sont d'accord pour placer à l'origine un état de fluidité totale, conformément aux idées de Descartes et de Laplace. Le passage à l'état solide se fait par petites portions sous l'influence du refroidissement superficiel.

Que deviennent les scories ainsi formées? Ici la divergence apparaît. Les partisans du noyau solide font valoir que la plupart des substances minérales se contractent en se solidifiant, à l'inverse de ce qui se passe pour l'eau. Elles ne vont donc point flotter comme des glaçons, mais plonger à l'intérieur, où elles repasseront à l'état liquide sous l'influence d'une température plus élevée. Ce brassage tend à rendre la température uniforme dans toute la masse. De plus, les fortes pressions qui règnent à l'intérieur arriveront à maintenir à l'état solide les substances qui se dilatent en fondant. La profondeur que les scories peuvent atteindre va donc en croissant avec le temps. Elles finissent par gagner le centre, en prenant la place de matériaux plus légers, qui sont refoulés vers la surface.

Leur agglomération forme un noyau solide qui s'étend par degrés jusqu'à comprendre toute la planète, en respectant quelques poches formées de substances plus fusibles.

A cela les partisans de la lithosphère opposent l'existence de matières minérales qui, de même que l'eau, se dilatent en se solidifiant. Nous avons donc au moins une classe de scories dont la destinée est de flotter et de s'accroître toujours, en formant une première croûte solide. Restent les corps de la seconde classe, ceux qui se contractent et plongent en se solidifiant. Mais même une partie de ces corps n'a chance de gagner le centre, car ils rencontrent très rapidement des couches plus denses, déjà réparties à un niveau inférieur par les exigences de l'équilibre hydrostatique. Cette nouvelle classe de scories ne peut donc se mouvoir que dans une épaisseur

restreinte à partir de la surface; elle finit nécessairement par s'amalgamer avec la première; et aussitôt que la première croûte ainsi formée est devenue capable de mettre obstacle aux épanchements superficiels, le refroidissement se trouve ralenti dans une énorme proportion. Dès lors les couches supérieures du fluide interne ne se solidifient qu'avec une extrême lenteur. L'ampleur et la généralité des phénomènes volcaniques, l'ascension universelle et régulière du thermomètre quand on pénètre dans le sol, indiquent actuellement pour l'épaisseur moyenne de l'écorce solide un chiffre inférieur ou peu supérieur à 50^{km}.

Ces faits sont certainement plus difficiles à interpréter dans la théorie du noyau solide. Il en est de même d'autres phénomènes généraux et bien constatés, par exemple :

(*a*). La présence, jusque près de la surface, de matériaux de densités très diverses y compris des métaux beaucoup plus lourds que la moyenne du globe terrestre. Il semble que, si les choses s'étaient passées suivant l'ordre indiqué par Lord Kelvin, ces métaux auraient dû être englobés de bonne heure dans le noyau solide sans aucune chance de revenir au jour.

(*b*). La tendance générale à l'isostase, c'est-à-dire l'existence de variations de densité qui compensent les inégalités du sol au point de vue de l'intensité de la pesanteur et rendent possible, à une certaine profondeur, l'équilibre hydrostatique. Cette compensation apparaît comme obligée si l'écorce terrestre est flottante, comme fortuite si la masse entière du globe est solide.

(*c*). La grandeur des différences de niveau qui existent à la surface des planètes dont nous pouvons apprécier le relief.

On comprend que ces différences aient été produites par la réaction d'un liquide intérieur sur une écorce relativement mince et de densité irrégulière. Il semble, au contraire, que si la solidification s'était faite à partir du centre, et n'avait porté en dernier lieu que sur une nappe superficielle, nous devrions constater une figure bien plus voisine de l'équilibre relatif.

Sur la Lune nous ne sommes pas à même de reconnaître s'il y a augmentation de température avec la profondeur ou variation dans l'intensité de la pesanteur. Mais nous pouvons relever sur les photographies lunaires diverses particularités qui témoignent que la solidification se fait en partant de la surface.

Ainsi, les différences de niveau sont relativement plus fortes et plus brusques sur notre satellite, et, de plus, elles traduisent sous bien des formes les effets dynamiques que doit exercer un liquide en mouvement

sur les parois solides qui le contiennent. Ces effets sont en premier lieu les épanchements superficiels qui ont envahi les deux cinquièmes de la surface visible et les ont transformés en plaines unies, laissant voir à leur périphérie de nombreux vestiges du relief antérieur.

Ce sont encore les nombreuses traces d'instabilité des massifs montagneux dans le sens vertical, les cassures linéaires qui circonscrivent les monts Hœmus, les Apennins et le Caucase, les terrasses si nettes du Mur Droit et de Théophile, les fissures marginales de Sabine et d'Hésiode.

La proximité d'une nappe liquide puissante est encore nécessaire pour rendre compte des flottements et charriages en masse dans le sens horizontal, intéressant à la fois de larges portions de la surface. A cette origine se rattachent le démantèlement de la crête des Apennins, la disjonction des blocs rectangulaires du Caucase et de Bode, la formation des vallées rectilignes de Rheita, des Alpes, d'Ariadœus.

L'argument le plus décisif en faveur de l'hypothèse d'un refroidissement graduel de l'extérieur à l'intérieur est fourni par les faits suivants qui s'imposent avec une grande évidence par l'étude des photographies.

Une analyse attentive des formations si variées qui accidentent le sol lunaire permet de constater qu'après la constitution d'une première enveloppe mince de la lithosphère, le retrait de la masse liquide s'est opéré progressivement, et il est arrivé fatalement un moment où elle a perdu partiellement son contact avec la partie solidifiée, elle s'est trouvée ainsi séparée d'elle par un faible espace en laissant un intervalle bien suffisant pour l'oscillation des marées. Lorsque, à une certaine période, pour des raisons inconnues, ainsi que cela s'est présenté pour le globe terrestre, les forces éruptives ont pris une violence particulière, la croûte solide a cédé alors sous ces pressions exceptionnelles dans ses éléments les moins résistants et s'est trouvée envahie par le liquide intérieur. Ces soulèvements locaux ont ainsi donné naissance aux grands cirques et aux diverses autres formations dans la région polaire, où le refroidissement a été beaucoup plus rapide et où la croûte, pour des raisons faciles à comprendre, a acquis une épaisseur plus considérable. Mais, dans la zone équatoriale, où les marées et la force centrifuge ont leur plus grande ampleur, ces violentes perturbations ont conduit aux grands effondrements qui constituent les mers. L'existence des vestiges du relief du passé, encore visibles à leurs rivages, fait ainsi reconnaître la nature de ces puissantes évolutions. Chaque mouvement éruptif a ainsi marqué, par le fond uni des formations, la hauteur du niveau du fluide sous-jacent.

Ce processus, comme on peut s'en convaincre, s'est répété plusieurs fois et se répétera sans doute dans la suite des temps avec une énergie toujours décroissante jusqu'au moment où l'épaisseur de l'enveloppe sera devenue telle qu'elle opposera un obstacle invincible aux actions éruptives. Les photographies lunaires mettent en lumière, d'une manière irrécusable, cinq étapes successives dans le retrait des matières en fusion.

Cette marche est ainsi attestée par les terrasses intérieures de Maurolycus et de Boussingault, par les cirques parasites formés aux dépens d'Albategnius et de Clavius. Nous l'observons aussi à la périphérie de presque toutes les mers, où se produit la juxtaposition du plateau primitif et de la nappe inférieure. Mais l'exemple le plus frappant peut-être est fourni par les bandes concentriques qui entourent la mer du Nectar. Nous reconnaissons ici, bien caractérisés, depuis les plateaux de la calotte australe jusqu'au fond des cirques inférieurs, cinq étages séparés l'un de l'autre par un écart de plusieurs milliers de mètres et correspondant à des époques différentes. Nous prenons ici sur le fait la contraction progressive du fluide interne et sa solidification en partant de la surface. Le résultat observé serait tout autre si la solidification avait dû progresser à partir du centre et s'achever par la surface. Seul le niveau final devrait être reconnaissable et les manifestations des forces éruptives n'auraient eu ni l'occasion de se produire, ni le moyen de laisser des traces permanentes à des étages très différents.

A cet ensemble de faits l'on ne peut guère opposer, en faveur de l'existence d'un noyau solide, que deux arguments d'ordre plutôt mathématique et dont on peut contester la valeur concrète.

Le premier est emprunté à la théorie des marées. Lord Kelvin trouve, par le calcul, qu'une écorce mince et impénétrable, si rigide qu'on la suppose, devrait participer aux déformations périodiques causées dans le fluide interne par les attractions planétaires. Dès lors les marées océaniques ne se manifesteraient plus. L'existence de ces marées exclut donc celle du fluide interne.

Une autre objection, soulevée par G.-H. Darwin, se fonde sur l'existence d'inégalités importantes dans le relief terrestre. Le calcul indique qu'une écorce unie et homogène, supposée d'ailleurs moins rigide que l'acier et moins épaisse que le cinquième du rayon, devrait fléchir sous la surcharge additionnelle des massifs montagneux. Et il semble que cette conséquence s'applique *a fortiori* à la Lune, plus accidentée relativement que la Terre.

La raison invoquée par Lord Kelvin vise plus particulièrement le globe terrestre, où les marées océaniques peuvent être observées. Même dans ce

cas elle n'a de valeur que si l'on résout affirmativement ces deux questions préalables :

1° Les marées du fluide interne ont-elles une amplitude comparable à celle des marées océaniques?

2° En supposant que ces marées se produisent, est-il certain qu'elles doivent altérer la figure de la croûte?

La réponse à la première question doit déjà être regardée comme douteuse, parce que le coefficient de viscosité ou de frottement intérieur est un élément essentiel de l'amplitude des marées. L'expérience seule peut dire si la manière dont on a introduit ce coefficient dans les calculs est conforme à la réalité. Tout le monde sait que le flux de la mer subit communément un retard de plusieurs heures sur le passage de la Lune au méridien. Il est clair, d'autre part, que les matériaux internes, soumis à des pressions démesurées, doivent offrir plus de viscosité que l'eau des mers, et obéir plus lentement aux actions planétaires. Comme celles-ci changent de sens en peu d'heures par suite du mouvement diurne, il est fort possible que leurs effets ne s'accumulent pas, et n'arrivent pas à se traduire par des dénivellations appréciables.

On alléguera peut-être que, dans le cas de la Lune, les marées d'origine terrestre ont dû avoir, à une époque ancienne, une longue période en même temps qu'une grande amplitude. Il n'est pas douteux que leur action a dû provoquer un retard notable dans l'apparition d'une première enveloppe cohérente. Sous l'influence de ces puissantes ondes, la croûte a nécessairement subi, au début, de violentes altérations, livrant passage au fluide interne; mais elle a néanmoins fini par acquérir une grande épaisseur par suite de l'influence incessante du refroidissement et de la contraction des couches superficielles.

Cette manière de voir est confirmée par l'abondance des épanchements superficiels dont notre satellite porte la trace dans toute sa région équatoriale, précisément la plus sujette aux marées. D'autre part, l'existence de niveaux très différents et bien dessinés montre que l'écorce, en devenant plus résistante, acquérait un certain degré d'indépendance vis-à-vis du fluide interne. Elle a pris sa figure stable en laissant, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, aux oscillations du liquide sous-jacent le jeu nécessaire. L'intervalle temporairement formé était occupé par un matelas de gaz à haute pression, assez élastique pour prévenir tout effondrement, de masse trop faible pour troubler la compensation isostatique. Les marées

internes peuvent ainsi se produire sans mettre en danger la conservation de la figure extérieure.

La seconde difficulté, celle qui est suggérée par la considération des masses montagneuses, n'existe pas au même degré pour la Lune, où la pesanteur est six fois moindre que sur la Terre. Mais, en fait, il n'y a pas lieu de s'y arrêter, ni pour notre globe ni pour son satellite, parce qu'elle est la conséquence d'une théorie problématique qui repose tout entière sur l'hypothèse inexacte de l'homogénéité. Du moment que la distribution des matériaux, dans les couches profondes, se montre efficace pour atténuer les variations prévues de la pesanteur, elle doit l'être aussi pour répartir les efforts dans un sens favorable à la conservation du relief. Les excroissances montagneuses contribuent à l'équilibre général, bien loin de le compromettre; elles ne sont pas seulement supportées par la ténacité des parties voisines, mais elles possèdent très probablement, ainsi qu'Airy l'avait déjà suggéré, des racines qui plongent dans un milieu plus dense et leur permettent de flotter.

Il nous semble, en conséquence, que l'étude de notre satellite doit confirmer les géologues dans leur préférence pour la théorie de l'écorce mince, et les convaincre que le passage à l'état solide, encore inachevé pour la Lune, est très loin de son terme pour la Terre.

ASTRONOMIE. — *Présentation de trois Volumes des* Annales de l'Observatoire de Nice. Note de M. **Bassot**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les Tomes VIII, IX et X des *Annales de l'Observatoire de Nice*.

Ces trois volumes étaient en cours d'impression lorsque est survenu le décès de M. J. Perrotin, Directeur de l'Observatoire. En lui succédant, je n'ai eu qu'à en surveiller la suite : tout le mérite de leur préparation appartient donc à M. Perrotin, et ils sont publiés sous son nom. M. Bischoffsheim et le Comité de Direction de l'Observatoire ont, en outre, tenu à ce que le premier de ces trois Tomes contînt un hommage à la mémoire de M. Perrotin, et l'on a inséré, en tête de ce Volume, son portrait, ainsi que le discours prononcé à ses obsèques par son collègue, M. Stéphan, Directeur de l'Observatoire de Marseille.

A la suite, se trouve un document dont la publication a une haute im-

portance : c'est l'acte de donation par lequel notre confrère, M. Bischoffsheim, a légué à l'Université de Paris le magnifique établissement qu'il a fondé sur le mont Gros, près de Nice, qu'il a pourvu de merveilleux instruments, qu'il a entretenu depuis son origine et qu'il continue toujours à entretenir, qu'il dote enfin d'une rente perpétuelle pour assurer l'avenir de son fonctionnement. Ce document ne témoigne pas seulement de la générosité de M. Bischoffsheim, qui est bien connue et s'est affirmée maintes fois pour des entreprises scientifiques d'un haut intérêt, mais il met en relief aussi, par ses dispositions, le souci éclairé d'un créateur qui veut maintenir à son œuvre les larges horizons dans lesquels son activité s'est affirmée. Il y a là un exemple pour les futurs bienfaiteurs de la Science.

Le Tome VIII contient en substance : 1° la mesure des différences de longitude entre Nice et deux stations de la Corse, Ile-Rousse et Ajaccio, par MM. Hatt, J. Perrotin et Driencourt; 2° les observations méridiennes faites au grand Cercle Brunner pendant l'année 1895 par MM. Jabely, Simonin et Colomas; 3° les observations méridiennes de la planète Eros et des étoiles de repère, faites au même cercle, en 1900 et 1901, par MM. Simonin, Prim et Colomas; 4° les observations de comètes, petites planètes et la découverte de petites planètes par M. Charlois, à l'équatorial de $0^m,38$; et enfin 5° des occultations d'étoiles par la Lune, aux équatoriaux de $0^m,38$ et $0^m,76$, par M. Prim.

Le Tome IX comprend d'abord un travail de M. Nordmann qui lui a servi de sujet de thèse; dans ce beau Mémoire, M. Nordmann discute les diverses opinions provoquées par les plus récentes observations physiques relatives surtout au Soleil, au magnétisme terrestre et aux nébuleuses : il y adjoint ses recherches et ses idées personnelles.

Dans la seconde Partie de ce Tome figurent les observations méridiennes faites au cercle Brunner, pendant les trois années 1896, 1897 et 1898, par MM. Jabely, Simonin et Colomas.

Enfin le Tome X a trait à la Météorologie et renferme les observations faites au Mont Gros, pendant les années 1896, 1897, 1898, 1899 et 1900.

La publication de ces trois volumes est loin d'avoir épuisé la mise à jour des travaux exécutés à l'Observatoire de Nice sous la direction de Perrotin; il reste encore des matières pour remplir plusieurs volumes nouveaux : c'est dire quelle activité cet éminent astronome a su développer et entretenir dans cet établissement, c'est montrer également les grands services qu'il a rendus à la Science. Combien plus grande eût été sa moisson, s'il n'avait été

enlevé prématurément en plein épanouissement de ses remarquables facultés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une récente ascension au Vésuve.* Note de M. J. JANSSEN.

Je viens entretenir l'Académie de ma récente ascension au mont Vésuve. Dans cette ascension, j'étais assisté de M. Millochau, aide astronome à l'observatoire de Meudon, dont je m'empresse de louer ici le courage et le dévouement, autant que l'assistance qu'il m'a donnée pour les observations délicates et assez dangereuses que j'avais résolu d'entreprendre.

Ayant accompagné M. Charles Sainte-Claire Deville au volcan de Santorin, en 1867, fait des études sur l'Etna en 1863; aux îles Sandwich, en 1883, où l'éruption du Kilauea fut si violente et si étendue, je tenais à visiter le Vésuve que j'avais déjà étudié anciennement à deux reprises différentes.

Le 14 décembre dernier, nous partîmes à 9^h du matin par le funiculaire qui gravit une partie de la montagne. A la station terminus, je pris une chaise à porteurs pour monter jusqu'au sommet. Au moment où nous arrivons, un grondement intense se produit, il est bientôt suivi d'une projection considérable de lapilli et de bombes volcaniques qui, lancées à plus de 30^m de hauteur, retombent autour de nous; une de ces bombes, de plus de 30^{cm} de diamètre, roule sur les flancs du cône et passe à 4^m environ de ma chaise; une autre plus petite s'arrête sur le pied de M. Millochau qui était à mes côtés et heureusement ne le blesse que très légèrement. Les guides affolés demandaient à redescendre, ce que je ne leur accordai que quand mes observations furent terminées. Ces projections de pierre étaient accompagnées de cendre produisant l'effet d'une fumée noire très épaisse et de vapeur d'eau en grande quantité.

Je fis prendre quelques photographies du cratère pendant les explosions, et recueillir des échantillons de lapilli tombés autour de nous.

Le cratère du Vésuve a la forme d'un cône renversé, à pentes intérieures très escarpées recouvertes d'une cendre fine; l'ouverture du cône peut avoir actuellement 120^m environ de diamètre. Cet entonnoir est presque toujours rempli de vapeurs et de fumées que le vent balaie parfois; c'est alors seulement qu'on aperçoit le fond du cratère; celui-ci est rempli de

couches de lapilli d'où partent des fumerolles qui s'élèvent en serpentant le long des parois internes et dégagent une forte odeur de soufre.

En faisant cette ascension je m'étais proposé, notamment, d'examiner les modifications subies par un rayon solaire qui aurait traversé les vapeurs s'échappant du cratère. Mais le bord de celui-ci dépassant la hauteur du Soleil à midi, l'observation n'était pas possible dans la station que j'avais premièrement choisie. L'ombre du cratère devant tomber, à midi, dans l'attrio del Cavallo en un point appelé *colle Margharita*, je décidai d'y faire porter mes instruments et de m'y faire conduire le surlendemain. Cette résolution donna le temps à M. Millochau de recueillir les gaz du cratère et de diverses fumerolles. Le soir, à chaque poussée explosive, le volcan semblait rejeter des flammes pouvant avoir une trentaine de mètres de hauteur.

Le 15 décembre, M. Matteucci, directeur de l'observatoire du Vésuve, se mit très aimablement à la disposition de M. Millochau. Il le conduisit au bord ouest-nord-ouest du cratère, en un point où un amas de matériaux rejetés par les explosions précédentes était venu s'entasser sur le flanc intérieur du cône. D'une large fissure s'échappait une épaisse fumerolle dont les gaz, venant d'une grande profondeur, devaient nous intéresser. Ces Messieurs se mirent à l'œuvre pour les recueillir.

Des bouteilles remplies de sable fin, attachées à une double corde, furent descendues à 10^m de profondeur, vidées dans le cratère, remplies de gaz, puis remontées promptement et bouchées hermétiquement.

Ces opérations étaient assez dangereuses. Une explosion pouvait se produire pendant le travail. Mais ce qui était plus périlleux encore, c'était la prise des gaz de la grande fissure décrite, parce que les amas de matériaux qui la laissaient échapper étaient destinés à un éboulement prochain.

M. Millochau se rendit ensuite à une grande fumerolle, dans l'endroit appelé *piano de fumerolles*, où il préleva une bouteille de gaz. Cette fumerolle paraît composée principalement de vapeur d'eau et n'a aucune odeur spéciale. Quelques échantillons de roches furent recueillis en cet endroit.

Ces Messieurs se rendirent ensuite à l'ancienne bouche de 1895, où persistent des fumerolles peu chaudes semblant contenir une faible quantité de vapeur d'eau, huit tubes de gaz y furent recueillis. On préleva en ce point des échantillons de roches ayant subi l'action de la fumerolle. Puis l'expédition revint à l'hôtel du Vésuve recueillant sur sa route des fragments de laves, des scories et des bombes de diverses époques.

Le vendredi 16, nous partîmes à 8h du matin pour l'attrio del Cavallo avec les porteurs nécessaires pour le transport de mes instruments.

Un très mauvais sentier nous conduisit jusqu'à 300m du lieu choisi; obligés bientôt de quitter ce sentier, nos caisses d'instruments furent péniblement transportées à travers les laves, jusqu'à un large champ de scories qui me parut convenable pour l'installation.

Le grand spectroscope à réseau fut rapidement mis en place, ainsi que la lunette de 108mm munie du spectroscope à vision directe de Browning. Je fis prendre les photographies suivantes :

3 épreuves du spectre solaire, le Soleil étant derrière les fumées et vapeurs qui sortaient du cône.

3 épreuves du même spectre, le Soleil commençant à s'écarter un peu des fumées.

2 épreuves de la lumière diffuse du ciel, juste au-dessus du cratère.

6 épreuves de spectres solaires, le Soleil étant assez éloigné du Vésuve, pour que l'action des gaz ne puisse produire aucun effet.

Les observations terminées, les instruments remis dans leurs caisses furent reportés à l'hôtel du Vésuve.

M. Millochau, accompagné de M. Matteucci, partit alors pour la Vallée del Inferno. Ces Messieurs remplirent les tubes vides qui nous restaient, dans une fumerolle provenant des laves de l'éruption de septembre 1904.

Pendant le retour, grâce aux précieux renseignements de M. Matteucci, de nombreux échantillons de scories et de laves de diverses époques purent être recueillis.

Je réserve pour de futures Communications les résultats des études spectroscopiques que je fais exécuter en ce moment, et des analyses des divers matériaux qui ont été recueillis au cours de l'expédition.

Mais je ne veux pas terminer sans remercier ici M. Matteucci de l'assistance si aimable et si précieuse qu'il nous a donnée.

MÉCANIQUE. — *Calcul des ponts en arc et des ponts suspendus.* Note de M. Considère.

La présente Note a pour but de ramener au calcul des poutres droites celui des arcs élastiques isolés ou reliés à des tabliers rigides par des montants verticaux articulés et de longueur sensiblement invariable et le calcul des ponts suspendus à tablier rigide porté par des câbles paraboliques sans haubans inclinés.

Pour ne pas compliquer inutilement on ne parlera que d'arcs, mais tout ce qui suit s'applique aux câbles, en changeant le sens des efforts.

Afin de rester dans le cadre fixé, on se bornera à énoncer les propositions sur lesquelles la méthode est fondée, à indiquer, au moins, les principes de leurs démonstrations et à écrire les formules auxquelles elles conduisent. Dans une publication technique, on donnera la démonstration complète de ces propositions et des exemples d'application.

I. *Dans tout ouvrage de l'un des types définis plus haut et chargé d'une manière quelconque, on peut, sans altérer l'équilibre et sans changer les valeurs ni la répartition des moments de flexion, supposer nulle la rigidité de l'arc, à la condition d'augmenter le moment d'inertie de chaque élément des longerons réels ou fictifs du tablier d'une quantité égale au produit du moment d'inertie de l'élément d'arc compris entre les mêmes verticales par le cosinus de l'angle* O *que cet élément fait avec l'horizontale.*

On démontre cette proposition en établissant d'abord que, par suite de la constance de longueur des montants verticaux qui relient les points de l'arc à ceux du longeron, les flèches que prennent deux éléments correspondants des deux pièces sont proportionnelles aux longueurs de ces éléments. Les courbures, étant proportionnelles au quotient des flèches par les carrés des longueurs, sont par suite inversement proportionnelles aux longueurs des éléments dont le rapport est $\frac{1}{\cos O}$.

Pour que deux pièces produisent le même moment de flexion, il faut et il suffit que leurs moments d'inertie soient inversement proportionnels à leurs courbures. Par suite, la proposition est démontrée.

II. *Tout ouvrage de l'un des types définis peut être remplacé par un longeron horizontal qui aurait un moment d'inertie calculé comme il vient d'être dit et qui serait supporté par un arc dépourvu de rigidité et produisant uniquement des pressions dirigées suivant la ligne des centres de gravité de ses sections. Le moment de flexion qui se développerait en un point quelconque de ce longeron serait égal à la somme des moments qui existent aux points correspondants verticalement dans l'arc et le tablier de l'ouvrage réel.*

C'est une conséquence directe de la proposition précédente.

III. *Les réactions qui s'exercent entre l'arc privé de rigidité et le longeron par l'intermédiaire des montants verticaux, sont réparties sur la longueur de la travée suivant une loi qui ne dépend que du tracé de la fibre moyenne de l'arc et qui est connue. Pour définir les valeurs des réactions qui se produisent en tous les points de la travée, il suffit donc d'en déterminer la somme ou la moyenne.*

Cette proposition est évidente étant donné que les courbures et les inclinaisons de l'arc dont les réactions dépendent exclusivement, ne subissent que des modifications de grandeur relative extrêmement petite sous l'action des charges imposées à l'ouvrage.

IV. *En tout point de l'arc, la pression dirigée suivant la fibre moyenne et, par suite, le raccourcissement de l'unité de longueur d'arc sont égaux à la somme ou à la moyenne des réactions qui pèsent sur l'arc multipliée par des nombres très faciles à calculer par les règles élémentaires de la statique, nombres qui dépendent du tracé de la fibre moyenne de l'arc, des aires de ses sections et du module d'élasticité de la matière dont il est formé.*

Cette proposition est évidente, étant donné que l'arc ne porte pas d'autres charges que les réactions.

V. *Les formules de déformation des poutres droites permettent de calculer, en fonction des charges imposées au longeron et des sous-pressions qui le soulagent, les déplacements verticaux y de tous ces points, les coefficients angulaires des tangentes à sa fibre déformée* $\frac{dy}{dl}$ *et enfin les valeurs de* $\frac{d^2y}{dl^2}$ *qu'il suffit de multiplier par* EI *pour obtenir les moments de flexion.* E *est le module d'élasticité du longeron et* I *la somme de ses moments d'inertie réel et fictif.*

Les formules à employer sont, suivant les cas, celles des poutres encastrées ou posées sur appuis.

VI. *L'invariabilité de longueur des montants crée une relation géométrique entre les raccourcissements de l'arc et les coefficients angulaires* $\frac{dy}{dl}$ *de la fibre déformée du longeron.*

Les inclinaisons de la fibre du longeron modifient les inclinaisons sur l'horizontale des éléments d'arc et, par suite, les longueurs de leurs projections horizontales.

Les raccourcissements des éléments de l'arc ont pour résultat des diminutions de leurs projections horizontales.

Si l'écartement des culées est invariable, la somme de ces modifications doit être nulle.

Si les variations thermiques tendent à modifier la longueur des éléments de l'arc, l'effet qui en résulte équivaut à une modification de l'écartement des culées égale à la dilatation ou contraction tl que les variations thermiques produiraient dans la corde l de l'arc supposée matérialisée et libre de se déformer longitudinalement.

VII. Formules résultant des propositions précédentes.

On appelle : R la somme ou la valeur moyenne des réactions qui existent

entre l'arc et le longeron; P la somme ou la valeur moyenne des charges imposées à l'ouvrage; K le quotient du raccourcissement unitaire à la clef par la valeur de R; i le rapport des sections faites dans l'arc, l'une à la clef, l'autre au milieu de l'élément dl; β et γ les coefficients angulaires de la fibre du longeron sous l'action de charges qui seraient réparties suivant les mêmes lois que les charges P et les réactions R, mais dont la somme ou la moyenne serait égale à l'unité. Des barèmes très simples en donnent les valeurs lorsque la poutre a une section constante.

En écrivant que l'écartement des culées est invariable, on a

$$(1) \qquad R\left[K\int_0^l dl\frac{i}{\cos^3 O} - \int_0^l dl\gamma \operatorname{tang} O\right] = P\int_0^l dl\beta \operatorname{tang} O.$$

En écrivant que l'écartement des culées varie de tl, on a

$$(2) \qquad R\left[K\int_0^l dl\frac{i}{\cos^3 O} - \int_0^l dl\gamma \operatorname{tang} O\right] = tl.$$

Dans le cas le plus compliqué où i, O ainsi que la répartition des charges varieraient suivant des lois quelconques, on déterminerait approximativement par une méthode graphique les $\int_0^l$ qui figurent dans les équations comme multiplicateurs de R et de P. La résolution algébrique et rigoureuse est très simple dans le cas suivant, qui se réalise souvent en raison des avantages importants qu'il présente au point de vue de l'économie de construction.

La fibre neutre de l'arc a la forme d'une parabole, la seule qui réduise les moments de flexion produits par le poids propre de l'ouvrage à la valeur relativement faible qui résulte du raccourcissement de l'arc. La section de l'arc a une hauteur constante et ses dimensions transversales croissent, à partir de la clef, proportionnellement à la pression normale. Dans ce cas, les réactions ont une valeur uniforme R par mètre courant. Ω représente la section de l'arc à la clef, f est la flèche de la parabole dont l'équation est $y = \frac{p}{2}x^2$. $\operatorname{Tang} O = \frac{dy}{dx} = px$. i est égal à $\cos O$.

Dans ces conditions, l'intégration est facile et l'équation (1) devient dans le cas de la charge P uniformément répartie :

$$(3) \qquad R\left[\frac{1}{f\Omega}\left(1 + \frac{p^2 l^2}{12}\right) + \frac{pl^2}{90 I}\right] = P\frac{pl^2}{90 I}.$$

Pour résoudre le problème dans le cas où la charge P ne recouvre qu'une moitié de la travée, on divise par 2 le second terme et, pour avoir l'effet d'une variation linéaire t, on le remplace par $\frac{8tE}{1000\,l^2}$.

De la valeur de la réaction par mètre R, on déduit la pression totale $\frac{Rl^2}{4f}$ qui agit normalement sur la section de l'arc à la clef et l'on peut tracer très rapidement deux épures représentant, pour tous les points de l'ouvrage, l'une les moments de flexion et l'autre les flèches. Dans ce but, on lit dans un court barème les valeurs des moments et des flèches qui se produisent dans une poutre droite à section uniforme supportant des charges réparties comme les P et comme les R, mais d'intensité égale à l'unité et on les multiplie par P et par R. La somme algébrique des chiffres ainsi obtenus représente, pour chaque point, le moment de flexion et la flèche.

Tout ce qui précède est applicable au cas où les montants verticaux sont en nombre fini, à la condition d'ajouter aux moments de flexion générale ainsi calculés les moments de flexion locale produits par le porte-à-faux des charges placées entre les montants.

La méthode qui vient d'être exposée ne néglige aucun des éléments du problème.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (1904 *e*), *faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M.* F. Courty. Note de M. **G. Rayet**.

Observations de la comète.

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔᑭP.
		h m s	m s	′ ″
Janv. 10..............	*a*	2.29.28,18	+2.18,08	— 2.36,0
18..............	*b*	5.13.57,77	—1.49,50	+ 4. 7,2

Positions moyennes des étoiles de comparaisons pour 1905,0.

Étoiles.	Autorité.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a....	A.G. Nicolajew, n° 295	1.28. 6,96	—0,12	90.21.42,5	— 7,6
b....	A.G. Leipzig, II, n° 693	1,45.53,10	—0,06	83.56.21,2	+ 6,5

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Janv. 10........	h m s 7.10.55,8	h m s 1.30.24,92	$+\bar{1},029$	° ′ ″ 90.19.14,0	−0,798
18........	9.23.31,2	1.44. 3,53	$+\bar{1},527$	84. 0.35,1	−0,765

Nota. — Le 10 janvier, l'aspect de la comète est à peu près le même que le 2 (¹). La nébulosité paraît cependant légèrement moins étendue. L'observation du 18 janvier est très difficile; la comète étant, sans doute à cause de l'éclairement du Ciel par la Lune, à l'extrême limite de visibilité.

M. **Émile Picard**, en déposant sur le bureau la seconde édition du Tome II de son *Traité d'Analyse*, s'exprime comme il suit :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la seconde édition du Tome II de mon *Traité d'Analyse*. Le plan de cette nouvelle édition ne diffère pas de celui de la première; mais, dans plusieurs Chapitres, un assez grand nombre de modifications et d'additions ont été faites. J'indiquerai seulement ici le Chapitre relatif aux théorèmes généraux sur les équations différentielles qui a été complètement remanié, et un Chapitre nouveau ajouté sur la théorie des courbes gauches algébriques.

S. A. S. le Prince **Albert de Monaco** présente le fascicule XXIII des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la Chaire d' « Histoire naturelle des corps organisés », vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey*.

(Renvoi à une Commission composée des Sections de Botanique et de Zoologie.)

(¹) *Comptes rendus*, n° 2 (9 janvier 1905).

MM. **Fleig** et **H. de la Vaulx** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, dans les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours de Chimie à l'usage des étudiants du P. C. N.*, par M. R. de Forcrand. Tome II : *Chimie organique. — Chimie analytique.*

2° *Traité des maladies des vins. Description — Étude — Traitement*, par M. L. Semichon.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes.* Note de M. **S. Carrus**.

Soit $f(x, y, z) = \rho$ une famille de surfaces admettant des trajectoires orthogonales planes. On trouve facilement que la fonction $f(x, y, z)$ doit vérifier la relation suivante

$$\begin{vmatrix} f'_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \\ A & B & C \end{vmatrix} = 0,$$

en posant, pour abréger,

$$u(x, y, z) = \tfrac{1}{2}[(f'_x)^2 + (f'_y)^2 + (f'_z)^2],$$
$$A = u''_{x^2} f'_x + u''_{xy} f'_y + u''_{xz} f'_z,$$
$$B = u''_{xy} f'_x + u''_{y^2} f'_y + u''_{yz} f'_z,$$
$$C = u''_{xz} f'_x + u''_{yz} f'_y + u''_{z^2} f'_z.$$

Guidé par certaines analogies, j'ai réussi à mettre ce résultat sous la forme suivante

$$f'_x \varphi'_x + f'_y \varphi'_y + f'_z \varphi'_z = 0,$$

en posant

$$\varphi(x, y, z) = \frac{f'_x u'_y - f'_y u'_x}{f'_x u'_z - f'_z u'_x}.$$

Nous nous bornerons à vérifier rapidement ce fait.

φ'_x se compose en effet de deux parties : une partie dans laquelle on ne

dérivera que f'_x, f'_y, f'_z; une seconde partie dans laquelle on dérivera u'_x, u'_y, u'_z.

De même pour φ'_y, φ'_z. Dans la somme $\sum f'_x\varphi'_x$, la première partie disparaît. Il reste donc simplement

$$\sum f'_x\left[\left(f'_x\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}-f'_y\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)\mathrm{D}-\left(f'_x\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial z}-f'_z\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)\mathrm{N}\right],$$

en désignant par N et D le numérateur et le dénominateur de la fonction $\varphi(x, y, z)$. On vérifie que cette somme est identique au déterminant au facteur $-f'_x$ près. Donc :

Théorème. — *La condition pour que la famille de surfaces $f(x, y, z) = \rho$ admette des trajectoires orthogonales planes peut se mettre sous la forme*

$$f'_x\varphi'_x + f'_y\varphi'_y + f'_z\varphi'_z = 0,$$

en posant

$$u(x, y, z) = \tfrac{1}{2}[(f'_x)^2 + (f'_y)^2 + (f'_z)^2], \qquad \varphi(x, y, z) = \frac{f'_x u'_y - f'_y u'_x}{f'_x u'_z - f'_z u'_x},$$

on en déduit les conséquences suivantes :

Considérons la nouvelle famille de surfaces $\varphi(x, y, z) = \sigma$.

La relation indique qu'en un point quelconque commun aux deux surfaces ρ, σ les deux surfaces se coupent orthogonalement.

Partons d'un point $\mathrm{M}(x_0, y_0, z_0)$. En ce point passent une surface ρ, une surface σ. L'élément de courbe trajectoire passant en ce point, normal à la surface ρ, est donc tangent à la surface σ. La même surface σ passe donc aussi par le point M' infiniment voisin sur la courbe trajectoire. L'élément de courbe trajectoire passant par M' sera donc encore tangent à la même surface σ. En d'autres termes :

La même surface σ contient la trajectoire orthogonale tout entière.

Quelle est l'équation du plan de la courbe?

Soit

$$m\mathrm{X} + n\mathrm{Y} + p\mathrm{Z} + q = 0$$

l'équation de ce plan. On a trouvé les conditions

$$\begin{aligned} mx_0 + ny_0 + pz_0 + q &= 0,\\ mf'_{x_0} + nf'_{y_0} + pf'_{z_0} &= 0,\\ mu'_{x_0} + nu'_{y_0} + pu'_{z_0} &= 0. \end{aligned}$$

L'équation de ce plan est donc

$$P = \begin{vmatrix} X - x_0 & Y - y_0 & Z - z_0 \\ f'_{x_0} & f'_{y_0} & f'_{z_0} \\ u'_{x_0} & u'_{y_0} & u'_{z_0} \end{vmatrix} = 0.$$

Ainsi, si l'on a une famille de surfaces $f(x, y, z) = \rho$, on peut avoir, *sans intégration,* les équations des courbes trajectoires.

Les équations de la courbe trajectoire qui passe par un point x_0, y_0, z_0 sont

$$P = \begin{vmatrix} X - x_0 & Y - y_0 & Z - z_0 \\ f'_{x_0} & f'_{y_0} & f'_{z_0} \\ u'_{x_0} & u'_{y_0} & u'_{z_0} \end{vmatrix} = 0, \qquad \frac{f'_x \frac{\partial u}{\partial y} - f'_y \frac{\partial u}{\partial x}}{f'_x \frac{\partial u}{\partial z} - f'_z \frac{\partial u}{\partial x}} = \frac{f'_{x_0} \frac{\partial u}{\partial y_0} - f'_{y_0} \frac{\partial u}{\partial x_0}}{f'_{x_0} \frac{\partial u}{\partial z_0} - f'_{z_0} \frac{\partial u}{\partial x_0}}.$$

Comme première conséquence immédiate on voit en particulier que, si la surface est algébrique, les équations des courbes trajectoires le seront aussi.

Chacune des courbes trajectoires rencontre une courbe fixe dont les équations sont

$$\frac{u'_x}{f'_x} = \frac{u'_y}{f'_y} = \frac{u'_z}{f'_z}.$$

Il n'a pas échappé que la fonction $\varphi(x, y, z)$ n'est pas symétriquement formée au moyen des dérivées de f. La dissymétrie disparaît dans la somme $f'_x\varphi'_x + f'_y\varphi'_y + f'_z\varphi'_z$ après suppression du facteur de dissymétrie $\frac{f'_x}{(f'_x u'_z - f'_z u'_x)^2}$. Ce résultat est extrêmement heureux.

Il nous permet d'avoir trois formes différentes pour la famille de surfaces $\varphi(x, y, z) = \sigma$ qui renferment les trajectoires orthogonales. On les obtient par permutation des lettres x, y, z.

Soient

$$\varphi(x, y, z) = \sigma, \qquad \psi(x, y, z) = \upsilon, \qquad t(x, y, z) = \tau.$$

Les équations des courbes trajectoires peuvent se mettre sous l'une des formes

$$\begin{matrix} P = 0, & P = 0, & P = 0, \\ \varphi = \varphi_0, & \psi = \psi_0, & t = t_0; \end{matrix}$$

on en déduit cette conséquence extrêmement remarquable :

Les trois surfaces $\varphi = \varphi_0$, $\psi = \psi_0$, $t = t_0$ se coupent suivant une même

courbe *plane* qui est la trajectoire orthogonale passant par le point x_0, y_0, z_0. L'équation du plan a été donnée ci-dessus.

On obtiendra des familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes en prenant

$$v = \text{const.};$$

on obtient ainsi une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre dont toutes les solutions appartiennent à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui régit le problème.

Note sur la Communication précédente,
par M. **Gaston Darboux**.

On peut développer et compléter comme il suit les résultats obtenus par M. Carrus. Soit

(1) $$f(x, y, z) = \text{const.}$$

l'équation en coordonnées rectangulaires d'une famille de surfaces. Les trajectoires orthogonales seront définies par les équations différentielles

$$dx : dy : dz : : f'_x : f'_y : f'_z,$$

auxquelles on peut, en introduisant une variable auxiliaire t, donner la forme suivante :

(2) $$\frac{dx}{dt} = f'_x, \quad \frac{dy}{dt} = f'_y, \quad \frac{dz}{dt} = f'_z.$$

Si l'on pose

(3) $$f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z = 2u$$

et si l'on introduit le symbole bien connu défini par l'équation

(4) $$\delta_\alpha \beta = \alpha'_x \beta'_x + \alpha'_y \beta'_y + \alpha'_z \beta'_z = \delta_\beta \alpha,$$

les équations (2), différentiées successivement deux fois par rapport à t, nous donneront les suivantes :

(5) $$\frac{d^2 x}{dt^2} = u'_x, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} = u'_y, \quad \frac{d^2 z}{dt^2} = u'_z;$$

(6) $$\frac{d^3 x}{dt^3} = \delta_f u'_x, \quad \frac{d^3 y}{dt^3} = \delta_f u'_y, \quad \frac{d^3 z}{dt^3} = \delta_f u'_z.$$

La condition pour qu'une courbe soit plane s'obtient en égalant à zéro le déterminant

$$(7) \qquad \Omega = \begin{vmatrix} \frac{dx}{dt} & \frac{d^2x}{dt^2} & \frac{d^3x}{dt^3} \\ \frac{dy}{dt} & \frac{d^2y}{dt^2} & \frac{d^3y}{dt^3} \\ \frac{dz}{dt} & \frac{d^2z}{dt^2} & \frac{d^3z}{dt^3} \end{vmatrix};$$

on voit donc que la condition pour que la famille de surfaces admette des trajectoires planes se présentera sous la forme

$$(8) \qquad \Omega = \begin{vmatrix} f'_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \\ \delta_f u'_x & \delta_f u'_y & \delta_f u'_z \end{vmatrix} = 0,$$

obtenue en remplaçant dans l'équation (7) les dérivées de x, y, z relatives à t par leurs valeurs déduites des formules (2), (5) et (6). On se trouve ainsi conduit à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui caractérise les surfaces cherchées et qui a servi de point de départ à M. Carrus.

Ce jeune géomètre en a fait connaître des transformations intéressantes. Nous allons les retrouver, en donner de nouvelles, et surtout montrer que l'équation du troisième ordre peut être intégrée une fois au moins, et ramenée à une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre seulement.

A cet effet, considérons une famille quelconque de surfaces définie par l'équation (1) et proposons-nous de déterminer, pour un point quelconque de l'espace, de coordonnées x, y, z, le plan osculateur de celle des trajectoires orthogonales des surfaces qui passe en ce point. Si

$$lX + mY + nZ = 1$$

est l'équation de ce plan osculateur, on aura les conditions

$$(9) \qquad \begin{cases} lx + my + nz = 1, \\ l\frac{dx}{dt} + m\frac{dy}{dt} + n\frac{dz}{dt} = 0, \\ l\frac{d^2x}{dt^2} + m\frac{d^2y}{dt^2} + n\frac{d^2z}{dt^2} = 0, \end{cases}$$

qui détermineront l, m, n et donneront les valeurs

$$(10)\quad \begin{cases} l = \dfrac{\dfrac{dy}{dt}\dfrac{d^2z}{dt^2} - \dfrac{dz}{dt}\dfrac{d^2y}{dt^2}}{D} = \dfrac{f'_y u'_z - f'_z u'_y}{D}, \\ m = \dfrac{\dfrac{dz}{dt}\dfrac{d^2x}{dt^2} - \dfrac{dx}{dt}\dfrac{d^2z}{dt^2}}{D} = \dfrac{f'_z u'_x - f'_x u'_z}{D}, \\ n = \dfrac{\dfrac{dx}{dt}\dfrac{d^2y}{dt^2} - \dfrac{dy}{dt}\dfrac{d^2x}{dt^2}}{D} = \dfrac{f'_x u'_y - f'_y u'_x}{D}, \end{cases}$$

D ayant l'une ou l'autre des valeurs suivantes :

$$(11)\quad D = \begin{vmatrix} x & y & z \\ \dfrac{dx}{dt} & \dfrac{dy}{dt} & \dfrac{dz}{dt} \\ \dfrac{d^2x}{dt^2} & \dfrac{d^2y}{dt^2} & \dfrac{d^2z}{dt^2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x & y & z \\ f'_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \end{vmatrix}.$$

Cela posé, si les trajectoires orthogonales doivent être planes, il faudra que l, m, n demeurent les mêmes en tous les points d'une même trajectoire, c'est-à-dire satisfassent aux équations

$$(12)\quad \frac{dl}{dt} = 0, \qquad \frac{dm}{dt} = 0, \qquad \frac{dn}{dt} = 0,$$

ou, si l'on suppose l, m, n exprimées en fonction de x, y, z, aux trois suivantes :

$$(13)\quad \delta_f l = 0, \qquad \delta_f m = 0, \qquad \delta_f n = 0.$$

Voilà donc trois formes différentes de l'équation (8) obtenue plus haut d'où l'on déduit évidemment les suivantes

$$(14)\quad \delta_f\left(\frac{l}{m}\right) = 0, \qquad \delta_f\left(\frac{m}{n}\right) = 0, \qquad \delta_f\left(\frac{n}{l}\right) = 0,$$

qui sont celles obtenues par M. Carrus.

On obtiendra aisément la relation entre l'équation (8) et les formes nouvelles (13) à l'aide des identités telles que la suivante

$$(15)\quad \frac{dl}{dt} = -\frac{y\dfrac{dz}{dt} - z\dfrac{dy}{dt}}{D^2}\Omega = \frac{zf'_y - yf'_z}{D^2}\Omega = \delta_f l,$$

que le lecteur vérifiera sans difficulté.

Voici comment on peut intégrer une fois l'équation (8) :

Puisque les trajectoires orthogonales sont planes, les plans de ces courbes forment évidemment un système simplement ou doublement infini. Considérons d'abord le cas où les plans forment une suite simplement infinie et, par conséquent, enveloppant une surface développable. Il y a alors une infinité de trajectoires dans chaque plan tangent de la développable et les surfaces cherchées sont des surfaces moulures dont les profils se trouvent dans les plans tangents de la développable. Écartons cette solution, qui était évidente *a priori*, et supposons que les plans des trajectoires enveloppent une surface non développable. Alors les quantités que nous avons appelées l, m, n devront satisfaire à une relation

$$\mathfrak{F}(l, m, n) = 0, \tag{16}$$

qui sera du second ordre par rapport aux dérivées de $f(x, y, z)$ quand on y remplacera l, m, n par leurs secondes expressions (10) en fonction de x, y, z. *C'est l'intégrale première générale de l'équation du troisième ordre* (8).

Les équations (15) permettent d'ailleurs de vérifier ce résultat avec la dernière précision et conduisent à l'identité

$$\delta_f \mathfrak{F}(l, m, n) = \frac{\Omega}{D^2} \begin{vmatrix} \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial l} & \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial m} & \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial n} \\ f'_x & f'_y & f'_z \\ x & y & z \end{vmatrix}. \tag{17}$$

Il serait facile d'étudier les solutions de l'équation (16) qui annulent le déterminant du second membre; nous donnerons à la fin les résultats de cette étude.

Si l'on veut que la surface enveloppée par les plans tangents des trajectoires se réduise à un point, que l'on prendra pour origine des coordonnées, l'équation (16) se réduira à la forme simple

$$D = \begin{vmatrix} x & y & z \\ f'_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \end{vmatrix} = 0. \tag{18}$$

Ici on pourra évidemment intégrer une fois encore et remplacer l'équation précédente par la suivante

$$2u = f'^2_x + f'^2_y + f'^2_z = \varphi(f, x^2 + y^2 + z^2), \tag{19}$$

qui se rapproche beaucoup, par la forme, de celles que Jacobi a introduites dans la Mécanique analytique ([1]).

Si l'on voulait que les plans des trajectoires fussent parallèles à une droite fixe, on serait de même conduit, en prenant cette droite pour axe des x, à l'équation du premier ordre

$$f_x'^2 + f_y'^2 + f_z'^2 = \varphi(f, x). \tag{20}$$

On sait intégrer les équations (19) et (20), lorsque f ne figure pas dans leur second membre. On trouvera des applications particulières au Tome II de mes *Leçons sur la théorie des surfaces* (Livre V, Chap. VI et VII).

Revenant au cas général, nous ajouterons la remarque suivante qui nous fournira l'intégration d'une nouvelle équation aux dérivées partielles :

Puisque l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre (8) admet l'intégrale première (16), il semble qu'elle pourra être écrite aussi sous la forme

$$\Theta = \begin{vmatrix} l'_x & l'_y & l'_z \\ m'_x & m'_y & m'_z \\ n'_x & n'_y & n'_z \end{vmatrix} = 0, \tag{21}$$

l, m, n étant les fonctions de x, y, z définies par les équations (10). Et, en effet, si l'on multiplie deux fois le déterminant Θ par le déterminant D en tenant compte des relations (9), on trouve l'identité

$$\Theta D^4 = -\Omega \begin{vmatrix} f'_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \\ \delta_f u'_x & \delta_f u'_y & \delta_f u'_z \end{vmatrix} \tag{22}$$

dont le second membre contient, comme il fallait s'y attendre, Ω en facteur. Mais on voit aussi que, en égalant à zéro le second facteur

$$\Omega = \begin{vmatrix} f_x & f'_y & f'_z \\ u'_x & u'_y & u'_z \\ \delta_f u'_x & \delta_f u'_y & \delta_f u'_z \end{vmatrix}, \tag{23}$$

l'équation (21) sera encore vérifiée, c'est-à-dire qu'il existera une relation entre l, m, n sans que les trajectoires orthogonales soient nécessairement

([1]) Voir un résultat plus général à la page 79 de mes *Leçons sur les systèmes orthogonaux*.

planes. En essayant d'interpréter géométriquement toutes les équations, on est conduit au résultat suivant :

On sait que, si l'on considère une famille quelconque de surfaces et un point quelconque M de l'espace, l'ensemble des directions MM', pour lesquelles les normales aux surfaces, aux points infiniment voisins M, M', se rencontrent, engendre un cône du second degré. Appelons ce cône : *cône de Malus*. Cela posé :

1° L'équation $\Omega' = 0$ caractérise toutes les familles de surfaces pour lesquelles le cône de Malus se décompose en deux plans pour chaque point de l'espace ;

2° On intègre cette équation en prenant la famille la plus générale de surfaces pour laquelle les normales à chaque surface de la famille soient toujours tangentes à une même surface *déterminée*.

Par suite, l'intégrale générale de l'équation $\Omega' = 0$ s'obtiendra en prenant une surface quelconque (Σ) et en déterminant une famille de surfaces telles que, pour chacune de ces surfaces, les normales soient tangentes à (Σ). La solution complète du problème pourra donc être obtenue dès que l'on connaîtra les lignes géodésiques de (Σ). Il nous semble qu'il y a là un exemple intéressant d'intégration complète pour une équation aux dérivées partielles du second ordre à trois variables indépendantes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions par des polynomes dans ses rapports avec la théorie des équations aux dérivées partielles; application au problème de l'état initial en Physique mathématique.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. Appell.

Je me propose de montrer que, parmi les procédés employés pour développer les fonctions non analytiques en séries de polynomes, ceux qui font appel à des notions d'un caractère transcendant (Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles*, p. 50) peuvent se rattacher à la théorie de l'analyticité des solutions des équations aux dérivées partielles du second ordre.

En général on a admis en Physique mathématique que, bien qu'on puisse partir dans l'étude d'un phénomène d'un état initial analytique ou non, tout état subséquent était analytique et cette intuition a été confirmée dans des cas très étendus, dès que les travaux de M. Picard et ceux tout récents de M. S. Bernstein (*Mathematische Annalen*, Band LIX, 1904, p. 20) ont

prouvé que beaucoup d'équations ne pouvaient avoir que des solutions analytiques.

Soit maintenant, pour fixer les idées, une équation à deux variables t et x dont on sait qu'une solution $f(x, t)$ est analytique, au moins par rapport à x, pour $t > 0$ et qui se réduit pour $t = 0$ à une fonction de x continue mais pas forcément analytique. Pour t non nul mais aussi petit qu'on voudra $f(x, t)$ restera analytique mais tendra aussi avec telle approximation qu'on voudra vers la fonction non analytique qui la remplace pour $t = 0$.

Voici d'abord comment on peut déduire de là la méthode de développement de Weierstrass (*Journal de Liouville*, 1886, p. 105; E. Borel, *loc. cit.*, p. 51).

Soit l'équation de la propagation de la chaleur par conductibilité

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial t} = 0 \tag{1}$$

et la solution de Cauchy-Fourier, facile à obtenir,

$$\frac{1}{2\pi}\int\int_{-\infty}^{+\infty} f(u)e^{-at^2+ai(u-x)}\,da\,du$$

qui, pour $t = 0$, se réduit à la fonction non forcément analytique $f(x)$.

Intégrant par rapport à a on a

$$\frac{1}{\sqrt{4\pi y}}\int_{-\infty}^{+\infty} f(u)e^{-\frac{(u-x)^2}{4y}}\,du,$$

ce qui, en posant $4y = k^2$, est l'intégrale $\psi(x, k)$ (E. Borel, *loc. cit.*, p. 52) donnant un développement analytique qui, pour k aussi petit qu'on veut, représente $f(x)$ avec l'approximation qu'on veut.

La méthode de M. Picard (*Traité d'Analyse*, t. I, 2[e] édit., p. 275) revient à remplacer (1) par l'équation de Laplace à deux variables dont on prend la solution

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(\psi)\frac{1-r^2}{1-2r\cos(\psi-\varphi)+r^2}\,d\psi,$$

se réduisant à $f(\varphi)$ sur le cercle $r = 1$. Comme cette solution est forcément analytique en r et φ (*loc. cit.*, t. II, Chap. I), le raisonnement précédent s'applique encore.

On pourrait varier indéfiniment les exemples et, le problème de la

représentation des fonctions par des polynomes étant susceptible d'une infinité de solutions, ce qui précède permet de se rendre compte de sa vaste indétermination. Ainsi on aurait pu partir d'une équation *quelconque*, d'une de ses solutions analytiques *quelconque* se réduisant à la fonction à représenter sur une courbe *quelconque*.

On peut ajouter aussi qu'il n'est pas nécessaire, comme on a semblé d'abord le croire, que cette fonction soit continue, remarque parfaitement d'accord avec le théorème général de M. Baire.

Revenons maintenant à la Physique mathématique et supposons qu'on ait obtenu une solution analytique d'un problème, c'est-à-dire une représentation d'un état physique, analytique ou non à l'instant initial t_0, mais analytique aux temps postérieurs $t_1, t_2, t_3, \ldots$. On conclut de là inversement que les états aux temps $\ldots, t_3, t_2, t_1$ peuvent tous être considérés comme engendrés par un état physique précédent, mais qu'il n'en est évidemment pas de même en général pour l'état au temps t_0.

Pour qu'il en soit ainsi il faudrait, entre autres conditions, que ce dernier ou plutôt ce premier état soit aussi analytique. Or, s'il n'en est pas ainsi, *on pourra cependant*, d'après les considérations précédentes, *remplacer avec l'approximation qu'on voudra cet état initial par un état analytique qui*, si d'autres conditions sont réalisées, telles par exemple que la conservation du sens de la solution pour $t < t_0$, *pourra dériver d'un état antérieur*.

L'analyticité d'un état initial comme condition d'existence d'un état antérieur est un fait déjà reconnu par M. P. Appell (*Journal de Liouville*, 1892, p. 208) à propos du problème de la propagation de la chaleur par conductibilité.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface hyperelliptique*. Note de M. E. Traynard, présentée par M. G. Humbert.

Dans une Note précédente [1], j'ai donné l'équation et les propriétés principales d'une surface hyperelliptique du quatrième degré à quatorze points doubles.

Cette surface n'est pas la plus générale de son espèce, car elle ne dépend que de trois paramètres; et, en effet, elle a deux groupes de trois points doubles en ligne droite. *Cette propriété est caractéristique.*

---

(1) *Comptes rendus*, 8 février 1904.

Toute surface du quatrième degré à quatorze points doubles, parmi lesquels deux groupes de trois sont en ligne droite, est une surface hyperelliptique dont la représentation est de la forme indiquée.

D'après des résultats obtenus par Kummer [1], parmi les quatorze points doubles de la surface générale, six sont tels que le cône circonscrit (C) ayant pour sommet l'un d'eux se décompose en deux cônes du second degré et deux plans. J'ai démontré que ce sont ces six points qui seuls peuvent se trouver sur deux droites et que, dans ce cas, la trace du cône C sur un plan quelconque a pour équation

$$[y(x-y)+2xz][\lambda y(x-y)+2xz]$$
$$(ax+by+cz)(ax+by+dz)=\mathrm{P}(xyz),$$

où l'on a

$$a^2=4(\mathrm{A}-\mathrm{C})(\mathrm{A}-\mathrm{C}\lambda),\qquad b^2=\mathrm{BD}+4\mathrm{C}^2\lambda,$$
$$b(c+d)=2(\mathrm{B}+\mathrm{D}),\qquad cd=4;$$

A, B, C, D, λ étant des paramètres liés par les relations

$$[\mathrm{A}(\mathrm{B}+\mathrm{D})-\mathrm{BC}(1+\lambda)-4\mathrm{C}^2\lambda]^2-4(\mathrm{A}-\mathrm{C})(\mathrm{A}-\mathrm{C}\lambda)(\mathrm{BD}+4\mathrm{C}^2\lambda)=0,$$
$$\{2\mathrm{A}-\mathrm{C}(1+\lambda)-\mathrm{C}[\mathrm{B}'-\mathrm{D}+2\mathrm{C}(1+\lambda)]\}^2(\mathrm{BD}+4\mathrm{C}^2\lambda)$$
$$-(\mathrm{A}-\mathrm{C})(\mathrm{A}-\mathrm{C}\lambda)(\mathrm{B}+\mathrm{D})^2=0.$$

L'équation de la surface considérée peut donc aussi s'écrire

$$\mathrm{Z}^2=f(\mathrm{X},\mathrm{Y}),\qquad f(\mathrm{X},\mathrm{Y})\equiv\mathrm{P}\left(\frac{x}{z},\frac{y}{z},1\right).$$

Le cône circonscrit ayant son sommet en l'un des huit autres points doubles se décompose en général en un cône cubique à arête double et trois plans. Les conditions auxquelles il satisfait dans le cas actuel sont faciles à énoncer géométriquement; leur expression analytique est compliquée.

Enfin ces huit points se partagent en deux groupes de quatre situés chacun dans un plan. Ces deux plans forment, avec les deux plans tangents le long des deux droites contenant les autres points doubles, le tétraèdre de référence auquel la surface est rapportée dans ma première Note.

(1) *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin,* 1866, p. 86.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales appartenant à une surface irrégulière.* Note de M. G. CASTELNUOVO, présentée par M. Émile Picard.

Les deux méthodes qui ont contribué, séparément jusqu'ici, au développement de la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, ont amené à considérer deux classes de surfaces qui jouissent, à un certain point de vue, de propriétés exceptionnelles. Ce sont, d'un côté, les surfaces douées d'intégrales de différentielles totales de la première et de la seconde espèce, que M. Picard a rencontrées dans ses recherches sur les transcendantes attachées à une surface algébrique; de l'autre côté, les surfaces *irrégulières*, dont le genre géométrique p_g surpasse le genre arithmétique p_a, sur lesquelles Cayley et M. Nöther ont appelé l'attention des géomètres. Les exemples et les propriétés qu'on connaissait de telles surfaces conduisaient à penser que ces deux classes n'étaient pas distinctes; mais on ne savait comment établir des liens entre deux définitions si profondément différentes.

C'est à M. Severi que revient le mérite d'avoir, le premier, découvert ce lien. Il a, en effet, démontré que toute surface possédant des intégrales de différentielles totales de la seconde espèce est irrégulière (*Acc. dei Lincei*, sept. 1904). En outre, M. Picard et M. Severi viennent de démontrer, indépendamment l'un de l'autre, que l'irrégularité $p_g - p_a$ est égale à la différence entre les nombres des intégrales distinctes de la seconde et de la première espèce ([1]). Cet important résultat peut être précisé davantage. C'est ce qu'on verra par cette Note, où je profite d'un théorème remarquable que M. Enriques vient d'établir tout dernièrement (Note citée). D'après ce théorème, sur toute surface irrégulière, on peut tracer une série algébrique de courbes, qui n'est pas contenue dans un système linéaire. La surface possède donc, en vertu d'une proposition de M. Humbert (*Journ. de Math.*, 4e série, t. X), des intégrales de différentielles totales de la première espèce. Je parviens à déterminer le nombre de ces intégrales, qui est précisément $p_g - p_a$.

Envisageons une surface algébrique F ayant les genres p_g, p_a, et l'irré-

([1]) Voir une Note de M. Picard et une Note de M. Enriques parues dans le dernier numéro des *Comptes rendus*.

gularité $d = p_g - p_a > 0$. D'après le théorème cité de M. Enriques, tout système linéaire $|C|$, complet, régulier, de courbes tracé sur F appartient à une série algébrique ∞^d de systèmes linéaires $|C|$, $|C_1|$, ..., n'ayant deux à deux aucune courbe commune. Si r est la dimension de ces systèmes, par r points arbitraires de F passera une courbe C, C_1, ... de chacun desdits systèmes; et ces courbes formeront une série algébrique (non linéaire) ∞^d, que je désignerai par S_d. Les courbes de S_d dépendent algébriquement de d paramètres, ou rationnellement de $d+1$ paramètres $\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_d$, liés par une relation algébrique

$$\varphi(\lambda_0, \lambda_1, \ldots, \lambda_d) = 0.$$

On peut donc dire qu'à tout point λ de la surface ou *variété* φ, à d dimensions, correspond une courbe de S_d, et vice-versa. Or la variété φ jouit d'une propriété extrêmement remarquable : *elle admet un groupe* G_d *transitif* ∞^d *de transformations birationnelles en elle-même, deux à deux permutables*. Une de ces transformations est entièrement déterminée dès qu'on connaît deux points de φ, c'est-à-dire deux courbes A, B du système S_d, qu'on veut faire correspondre; alors toute courbe C de S_d est transformée en une nouvelle courbe C_1 de S_d, telle que l'on ait

$$|C_1| = |C + B - A|.$$

On voit aussi que la variété φ est déterminée, à une transformation birationnelle près, lorsque est donnée la surface F. C'est pourquoi, en ayant égard aux profondes recherches de M. Picard sur les surfaces admettant un groupe de transformations birationnelles en elles-mêmes, je propose d'appeler la variété φ (et le groupe G_d) *la variété* (*ou le groupe*) *de Picard attachée à la surface* F.

D'après un théorème de M. Picard (*Rendiconti del Circolo mathematico di Palermo*, 1895. Voir aussi un Mémoire de M. Painlevé, *Acta Mathematica*, t. XXVII), une variété telle que φ possède d intégrales distinctes de différentielles totales qui, dans le cas actuel, sont de première espèce. Soit $I_m(\lambda)$ une de ces intégrales ($m = 1, 2, \ldots, d$). Si le point λ parcourt une courbe algébrique arbitraire γ tracée sur φ, $I_m(\lambda)$ devient une intégrale abélienne de première espèce de γ. Aux points de γ correspondent sur la surface F ∞^1 courbes du système S_d; par tout point (x, y, z) de F passera un nombre fini, k, de ces courbes, correspondantes aux points $\lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}, \ldots, \lambda^{(k)}$ de γ. Formons maintenant la somme :

$$I_m(\lambda^{(1)}) + I_m(\lambda^{(2)}) + \ldots + I_m(\lambda^{(k)}).$$

C'est une fonction $I_m(x, y, z)$ du point (x, y, z) de F, fonction partout finie sur F. C'est donc une intégrale de différentielle totale de la première espèce de F. En attribuant à m les valeurs $1, 2, \ldots, d$ on obtient ainsi d intégrales.

Il peut bien se faire vraiment que quelques-unes de ces intégrales (pas toutes) se réduisent à des constantes, ou que les d intégrales ne soient pas indépendantes. Mais on démontre que, si les d intégrales s'expriment linéairement par δ d'entre elles, la variété φ contient une série $\infty^{d-\delta}$ de variétés de Picard V_δ à δ dimensions, dont chacune est transformée en elle-même par les transformations d'un sous-groupe G_δ du groupe de Picard G_d. On reconnaît aussi l'existence sur φ d'une seconde série ∞^δ de variétés de Picard $V_{d-\delta}$, qui se comportent d'une manière analogue par rapport à un second sous-groupe $G_{d-\delta}$. Il suffit alors de remplacer la courbe γ nommée ci-dessus par deux courbes γ_1, γ_2, contenues, l'une dans une des V_δ, l'autre dans une des $V_{d-\delta}$, pour retrouver $\delta + (d - \delta) = d$ intégrales distinctes de F, et δ de ces intégrales possèdent δ systèmes de 2δ périodes; les intégrales restantes ont $d - \delta$ systèmes de $2(d - \delta)$ périodes.

La surface F ne peut d'ailleurs posséder plus de d intégrales distinctes de première espèce. On le voit en s'appuyant sur le théorème cité de M. Picard et de M. Severi; par suite :

Une surface ayant les genres p_g, p_a possède $p_g - p_a$ intégrales distinctes de différentielles totales de première espèce et $2(p_g - p_a)$ intégrales distinctes de seconde espèce. Le continuum réel à quatre dimensions représentant la surface a la connexion linéaire $p_1 = 2(p_g - p_a) + 1$.

On remarquera l'analogie parfaite de ce résultat avec le théorème de Riemann concernant les intégrales abéliennes relatives à une courbe algébrique de genre d. Au point de vue de la connexion linéaire, *une surface ayant l'irrégularité d correspond donc à une courbe de genre d.* Même à la courbe est attachée une variété de Picard à d dimensions, dont les points représentent les séries linéaires complètes, non spéciales, d'un ordre quelconque, appartenant à la courbe (par exemple les groupes de d points de celle-ci).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre renfermant un paramètre.* Note de M. **Tzitzeica**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Thèse présentée à Gœttingue, M. Mason a étudié certains problèmes d'intégration de l'équation

$$y'' + \lambda\, A(x) y = 0, \tag{1}$$

déterminés par des conditions aux limites (Randwertaufgaben). Un de ces problèmes avait été auparavant étudié par M. Picard, à l'aide d'une méthode très simple et très suggestive. C'est cette méthode de M. Picard que je veux étendre aux autres problèmes considérés par M. Mason, en me bornant dans cette Communication au problème suivant : *La fonction* $A(x)$ *étant positive dans l'intervalle* (a, b), *et continue ainsi que ses deux premières dérivées, trouver les valeurs de* λ *pour lesquelles l'équation* (1) *admet une intégrale* $y(x)$ *continue ainsi que sa dérivée première dans* (a, b) *et telle que* $y'(a) = 0$, $y'(b) = 0$.

J'emploie pour trouver une première valeur de λ, à savoir celle à laquelle correspond une intégrale $y(x)$ dont la dérivée ne s'annule qu'aux extrémités de l'intervalle (a, t), deux méthodes tout à fait distinctes, basées cependant sur des principes analogues à ceux de M. Picard.

I. Je démontre d'abord que λ doit être positif. Cela étant, je pose

$$y' = z\sqrt{\lambda A(x)}. \tag{2}$$

On trouve que z vérifie l'équation

$$z'' + A\left[\lambda - \frac{1}{\sqrt{A}}\left(\frac{1}{\sqrt{A}}\right)''\right] z = 0 \tag{3}$$

et que l'on a

$$y = -\frac{\left[z\sqrt{\lambda A(x)}\right]'}{\lambda A(x)}, \tag{4}$$

ce qui prouve que dans les conditions précédentes il y a correspondance univoque entre les intégrales des équations (1) et (3); les formules (2) et (4) définissent bien cette correspondance.

Il résulte de (3) que le problème proposé est impossible pour les valeurs de λ, pour lesquelles $\lambda - \frac{1}{\sqrt{A}}\left(\frac{1}{\sqrt{A}}\right)''$ est constamment négatif dans (a, b).

Soit $\lambda_0 > 0$ une valeur telle que $\lambda_0 - \frac{1}{\sqrt{A}}\left(\frac{1}{\sqrt{A}}\right)''$ soit constamment positive. Calculons la constante c (Picard, *Traité d'Analyse*, t. III) pour l'intervalle (a, t) et avec la fonction $B_0(x) = A\left[\lambda_0 - \frac{1}{\sqrt{A}}\left(\frac{1}{\sqrt{A}}\right)''\right]$. Si l'on a $c = 1$, λ_0 est la valeur cherchée de λ. Si $c \neq 1$, on peut arriver à $c = 1$ de la manière suivante : Supposons, par exemple, $c > 1$; alors si nous faisons décroître, dans $B(x) = A\left[\lambda - \frac{1}{\sqrt{A}}\left(\frac{1}{\sqrt{A}}\right)''\right]$, λ à partir de λ_0, de manière que $B(x)$ reste positif dans (a, b), ce qui est possible; comme pour $B(x) \equiv 0$ on a $c = 0$, il résulte qu'il y a une valeur λ_1 pour laquelle $c = 1$. L'équation (3) admet pour $\lambda = \lambda_1$ une intégrale $z(x)$ telle que $z(a) = 0$, $z(b) = 0$ et qui ne s'annule pas dans l'intervalle; par conséquent (1) admet pour $\lambda = \lambda_1$ une intégrale $y(x)$ telle que $y'(a) = y'(b) = 0$ et $y'(x)$ ne s'annule pas dans (a, b).

II. On peut employer une méthode encore plus simple et qui ne demande même pas que les dérivées de $A(x)$ existent. Je démontre de la même manière que M. Picard qu'il y a une valeur λ' de λ pour laquelle (1) a une intégrale $y_1(x)$ telle que $y_1(a) = 0$, $y_1'(b) = 0$, de même une valeur λ'' et une intégrale $y_2(x)$ pour laquelle $y_2'(a) = 0$, $y_2(b) = 0$, $y_1(x)$, $y_2(x)$ ne s'annulant pas dans (a, b). On peut raccorder ces intégrales en un certain point de (a, b) et pour une même valeur de λ, soit $\lambda = \lambda_1$. On aura ainsi une intégrale $y(x)$ de (1) pour $\lambda = \lambda_1$ telle que $y'(a) = y'(b) = 0$ et s'annulant une seule fois entre a et b, dont la dérivée, par conséquent, ne s'annule qu'en a et b.

III. Nous venons de trouver par deux voies une valeur λ_1 de λ pour laquelle (1) admet une intégrale $y(x)$ dont la dérivée ne s'annule qu'aux extrémités de l'intervalle (a, b). Je vais prouver qu'il n'y en a pas d'autres. Supposons qu'il y ait encore la valeur λ_2 et l'intégrale $y_2(x)$. On a

$$(\lambda_2 y_2 y_1' - \lambda_1 y_1 y_2')' = (\lambda_1 - \lambda_2) y_1' y_2',$$

donc

$$0 = (\lambda_1 - \lambda_2) \int_a^b y_1' y_2' \, dx,$$

égalité absurde si $\lambda_1 \neq \lambda_2$.

IV. Arrivés là, il est facile d'établir, par un procédé géométrique tout à fait semblable à celui de M. Picard, qu'il y a une suite de valeurs de λ pour lesquelles on a des intégrales dont les dérivées s'annulent non seulement en a et b, mais aussi dans un certain nombre de points intermédiaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Borel.* Note de M. F. Riesz, présentée par M. E. Picard.

I. Le théorème de M. Borel, qu'un ensemble dénombrable d'intervalles, tel que chaque point d'un intervalle ab est intérieur au moins à un inter-

valle de l'ensemble, contient un ensemble fini d'intervalles jouissant de la même propriété, peut être énoncé sous une forme plus générale, en laissant à part la restriction de la dénombrabilité de l'ensemble. Sous cette nouvelle forme, le théorème sert de base commune à plusieurs théorèmes principaux de la théorie des fonctions de variables réelles.

Pour démontrer le théorème, soit c un point de l'intervalle ab tel que pour l'intervalle ac il y ait un ensemble fini, partie de l'ensemble infini d'intervalles, tel que chaque point de l'intervalle ac soit intérieur au moins à un intervalle de l'ensemble fini. c étant un tel point, chaque point de l'intervalle ac l'est aussi; de même chaque point intérieur à un intervalle de l'ensemble, auquel le point c est aussi intérieur. Le point a lui-même étant intérieur à un intervalle, chaque point intérieur en même temps à cet intervalle et à l'intervalle ab pourra servir de point c. Nier le théorème, ce serait affirmer que, dans certains cas, il y aurait des points de l'intervalle ab, n'appartenant pas à la classe des points c. Or, ces points formeraient une seconde classe et les deux classes définiraient une coupure, dans le sens de M. Dedekind, ayant pour point limite un point p de l'intervalle ab. Donc, il y aurait un intervalle de l'ensemble, auquel le point p serait intérieur; cet intervalle contiendrait des points de chacune des classes, résultat qui serait absurde.

Applications. — 1. Le théorème de Weierstrass, que pour chaque fonction bornée définie dans un intervalle ab il y a au moins une valeur de l'argument telle que pour chaque intervalle interceptant cette valeur la limite supérieure de la fonction sera la même que pour tout l'intervalle ab, résulte immédiatement de notre théorème; parce que, s'il n'en était pas ainsi, chaque valeur de l'argument serait intérieure à un intervalle, dans lequel la limite supérieure serait inférieure à celle dans l'intervalle ab; alors il y aurait un ensemble fini d'intervalles, recouvrant tout l'intervalle ab, tels que dans chacun d'eux la limite supérieure serait inférieure à celle dans tout l'intervalle, ce qui serait absurde.

2. Pour démontrer le théorème bien connu que chaque fonction continue est uniformément continue, on déterminera autour de chaque valeur de l'argument un intervalle pour lequel l'oscillation soit plus petite que le nombre donné ε. L'ensemble de ces intervalles contiendra un ensemble fini d'intervalles, tel que chaque point de l'intervalle ab sera intérieur au moins à un intervalle de cet ensemble fini. Ces intervalles auront des parties communes; soit δ la longueur de la plus petite de ces parties. Alors, dans tout intervalle inférieur à δ l'oscillation sera inférieure à ε.

II. Autour de chaque point de l'ensemble complémentaire d'un ensemble fermé contenu dans l'intervalle ab, on peut déterminer un intervalle ne contenant aucun point de l'ensemble fermé. De là il suit que notre théo-

rème et ses conséquences restent vrais, si l'on substitue à l'intervalle ab un ensemble fermé quelconque.

Le théorème peut être généralisé pour des dimensions quelconques. En raisonnant de n à $n+1$, on le démontrera d'abord pour un ensemble fermé de points et pour un ensemble de domaines par exemple rectangulaires, chaque point de l'ensemble fermé étant intérieur au moins à un des domaines. De là, on passera aisément à un ensemble de domaines quelconques. (On appellera *domaine* chaque ensemble d'un seul tenant, dont aucun point n'est point limite de l'ensemble complémentaire). On énoncera alors le théorème :

Un ensemble de domaines tel que chaque point d'un ensemble fermé de points est intérieur au moins à un domaine de l'ensemble, contient toujours un ensemble fini de domaines jouissant de la même propriété.

De là on déduit aisément que, si pour un domaine D il y a un ensemble Δ de domaines tel que chaque point intérieur à D l'est aussi au moins à un domaine de Δ, l'ensemble Δ contiendra un ensemble *dénombrable* de domaines, jouissant de la même propriété. En outre, ce théorème rendra des services dans la théorie du prolongement analytique.

MÉCANIQUE. — *Sur la déviation des graves vers le sud et sur la courbure des lignes de force.* Note de M. **Maurice Fouché**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans la séance du 2 janvier, M. de Sparre a communiqué à l'Académie des formules relatives à la déviation des graves. Comme je me suis occupé autrefois de la question et que je trouve des résultats différents, je demande à l'Académie la permission d'y revenir.

M. de Saint-Germain (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, 1883) et M. de la Fresnaye se sont déjà inquiétés de l'effet de la courbure des lignes de force. Le travail de M. de la Fresnaye a fait l'objet, à la Société astronomique de France, d'un rapport de M. Caspari (*Bulletin de la Société astronomique de France*, 1903, p. 175 et seq.).

Le mouvement relatif du mobile est déterminé par trois forces : 1° l'attraction; 2° la force centrifuge; 3° la force centrifuge composée. Comme les deux premières se composent pour former le *poids* du corps, il suffira de considérer le champ de la pesanteur et la force centrifuge composée. On traitera comme des infiniment petits : 1° la vitesse angulaire ω du globe terrestre; 2° la hauteur h et, par suite, la durée de la chute.

Pour calculer l'effet de la force centrifuge composée, on peut procéder par approximations successives et déterminer la composante nord-sud de cette force au moyen de la vitesse ouest-est du mobile, calculée en négligeant la seconde puissance de ω. On trouve ainsi une déviation vers le sud indiquée par la formule connue

$$\frac{1}{6}\omega^2 \sin\lambda \cos\lambda\, g t^4 \qquad (\lambda \text{ latitude, } t \text{ temps}).$$

Il est inutile, dans ce calcul, de tenir compte de la variation de g, puisque cette variation ne donnerait dans le résultat que des accroissements infiniment petits d'ordre supérieur.

Pour déterminer l'effet de la variation de la direction du poids, je décompose, à chaque instant, le poids en deux composantes, l'une suivant la verticale du point de départ, l'autre perpendiculaire à celle-là et contenue comme le poids dans le plan méridien. C'est cette deuxième composante qui est la force déviatrice. Soit ρ le rayon de courbure de la ligne de force qu'on peut supposer constant. Quand le mobile sera descendu d'une hauteur z, la direction du poids aura tourné d'un angle $\frac{z}{\rho}$, et la force déviatrice agissant sur une masse égale à l'unité sera

$$\frac{gz}{\rho}.$$

On n'altère cette valeur que d'une quantité infiniment petite si l'on suppose g constante, et z égale à $\frac{1}{2}gt^2$. On a alors, pour la déviation δ,

$$\frac{}{dt^2} = \frac{1}{2}\frac{g^2}{\rho}t^2,$$

d'où, par deux intégrations successives,

$$\delta = \frac{1}{24}\frac{g^2}{\rho}t^4 = \frac{1}{6}\frac{h^2}{\rho},$$

formule qui s'accorde avec celles de MM. de Saint-Germain et de la Fresnaye.

Pour déterminer ρ, je vais montrer que le rayon de courbure des lignes de force ne dépend que de la distribution des forces sur une surface de niveau, et nullement de la variation de la force suivant sa direction. Soit V

le potentiel; les paramètres directeurs de la force F sont

$$\frac{\partial V}{\partial x}, \quad \frac{\partial V}{\partial y}, \quad \frac{\partial V}{\partial z}.$$

Si l'on s'avance, dans la direction de la force, d'une longueur dn, on aura

$$dx = \frac{1}{F}\frac{\partial V}{\partial x}dn, \qquad dy = \frac{1}{F}\frac{\partial V}{\partial y}dn, \qquad dz = \frac{1}{F}\frac{\partial V}{\partial z}dn,$$

et le premier paramètre devient

$$\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{F}\left(\frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial V}{\partial y}\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial V}{\partial z}\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial z}\right)dn$$

ou

$$\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial F}{\partial x}dn.$$

L'angle de contingence $d\varepsilon$ est alors donné par la formule

$$d\varepsilon^2 = \frac{1}{F^4}\left[\left(\frac{\partial V}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial z} - \frac{\partial V}{\partial z}\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial y}\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2\right] dn^2.$$

Si maintenant l'on suppose que l'on ait pris l'origine au point considéré, et les axes Ox, Oy, dans le plan tangent à la surface de niveau, on aura

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial V}{\partial y} = 0, \qquad \frac{\partial V}{\partial z} = F,$$

et, pour le rayon de courbure,

$$\frac{1}{\rho^2} = \frac{1}{F^2}\left[\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)^2\right].$$

Le crochet est un invariant, et l'on peut supposer les axes dirigés suivant les lignes de courbure de la surface de niveau.

Si celle-ci est de révolution, l'un des deux termes sera nul. Soit λ l'angle de la tangente à la méridienne avec une direction fixe, et R le rayon de courbure de cette méridienne; il viendra simplement

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{RF}\frac{\partial F}{\partial \lambda}.$$

Quant au sens, la concavité est dirigée du côté où la force décroît.

Sur la terre, il suffira de remplacer F par g. λ sera la latitude, et $\frac{dg}{d\lambda}$ est

donné par la formule de Clairaut

$$\frac{dg}{d\lambda} = 0^{\mathrm{m}},050 \sin\lambda \cos\lambda.$$

Donc

$$\frac{1}{\rho} = \frac{0,050}{gR} \sin\lambda \cos\lambda$$

et

$$\delta = \frac{0,050}{24R} \sin\lambda \cos\lambda g t^4.$$

Cette déviation, dirigée vers le sud, est la même soit qu'on laisse tomber le corps d'un lieu élevé, soit qu'on l'abandonne dans un puits de mine. Elle est un peu plus petite que la moitié de celle qui est due à la force centrifuge composée et doit lui être ajoutée.

Il est bien entendu qu'en pratique ces formules sont illusoires, non seulement à cause de la petitesse du résultat, mais encore parce que les attractions locales peuvent altérer considérablement la valeur de ρ.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Champ magnétique auquel est soumis un corps en mouvement dans un champ électrique.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Poincaré.

Un corps animé d'une grande vitesse V *dans un champ électrique d'intensité* Φ *est soumis par là même à un champ magnétique dont la direction est normale au plan contenant la direction de la vitesse et celle du champ électrique, dont le sens est la droite d'un observateur disposé de façon que le mouvement aille de ses pieds à sa tête et qui regarderait dans le sens du champ électrique, et dont l'intensité est donnée par*

$$(1) \qquad \mathcal{H} = K\Phi V \sin\alpha,$$

en appelant α *l'angle de la vitesse et du champ électrique et* K *le pouvoir inducteur spécifique du milieu, cette relation étant exacte dans l'un et l'autre système d'unités électriques.*

Pour établir cette proposition, considérons un condensateur à armatures planes parallèles et indéfinies, chargé et présentant une densité uniforme σ sur ses faces en regard. Pour la commodité du langage, prenons ces armatures verticales. Supposons qu'elles se déplacent, en emportant leur charge, avec une grande vitesse V, dans leur propre plan, suivant une direction horizontale. Pour tout point fixe placé entre les

armatures, il en résultera un champ magnétique, car chaque bande horizontale des armatures en mouvement produit l'effet d'un courant électrique; il est facile de voir que les deux armatures produisent des champs magnétiques de même sens, que le champ magnétique résultant est uniforme, que sa direction est verticale; son sens donné par la règle d'Ampère et son intensité par

$$\mathcal{H} = 4\pi\sigma V. \tag{2}$$

Si nous supposions maintenant un déplacement des armatures dans une direction normale à celles-ci, les considérations de symétrie montrent immédiatement que le champ magnétique en P serait nul. On déduit de ce qui précède que, si le déplacement des armatures a lieu dans une direction faisant un angle α avec les lignes de force du champ électrique et une vitesse V, l'intensité du champ magnétique est donnée par

$$\mathcal{H} = 4\pi\sigma V \sin\alpha. \tag{3}$$

La relation entre l'intensité Φ du champ électrique et la densité σ sur les armatures est $K\Phi = 4\pi\sigma$; en remplaçant il vient

$$\mathcal{H} = K\Phi V \sin\alpha. \tag{4}$$

Remarquons maintenant que, en vertu du principe *d'action de milieu,* l'effet sera le même si le point P considéré a le même mouvement relatif par rapport aux lignes de force d'un champ électrique de même intensité, quelle que soit la manière dont ce champ électrique est obtenu et quelle que soit la manière dont le mouvement relatif est produit. En particulier, si les lignes de force du champ électrique sont immobiles et le point P en mouvement, il se produira pour ce point (portion d'un aimant, d'un solénoïde, d'un courant) un champ magnétique conformément à l'énoncé qui est en tête de cette Note.

On voit que la relation (1) a même forme que la relation qui donne l'intensité du champ électrique agissant sur un point mobile dont la trajectoire coupe sous un angle α les lignes de force d'un champ magnétique; il n'y a qu'à permuter $\mathcal{H}$ et Φ et à changer K en μ (perméabilité magnétique) dans les formules, à permuter « magnétique » et « électrique » dans l'énoncé et à changer « droite » en « gauche ». Ainsi le phénomène dont la la loi est donnée en tête de cet article est le phénomène réciproque de l'induction électromagnétique.

Si, dans la relation (1), nous employons les unités électromagnétiques, on a $K = \frac{k}{U^2}$, en désignant par k la constante diélectrique du milieu (l'unité dans le cas du vide) et par U le rapport des unités ($U = 3 \times 10^{10}$); de façon que la relation devient

$$\mathcal{H} = \frac{k\Phi V \sin\alpha}{U^2}. \tag{5}$$

Il n'est pas difficile d'obtenir pour $\frac{\Phi}{U}$ une valeur de plusieurs unités; mais pour que $\mathcal{H}$ soit notable, il faut encore que $\frac{V}{U}$ ne soit pas trop inférieur à l'unité, c'est-à-dire que V ne soit pas trop éloigné de la vitesse de la lumière. Ce ne sont guère que les corpuscules lancés par une cathode ou par un corps radioactif qui peuvent être dans ce cas.

M. Villard a montré ([1]) que les rayons magnéto-cathodiques découverts par M. A. Broca subissent une déviation en coupant les lignes de force d'un champ électrique. M. Fortin ([2]) a donné de ce phénomène une explication simple et excellente, si l'on admet que ces rayons sont formés par les mêmes corpuscules que les rayons cathodiques ordinaires; dans ce cas, le phénomène que nous venons d'exposer ne donne naissance qu'à un terme correctif pour la formule de déviation établie par M. Fortin. Mais si, conformément à une expérience de M. Villard, les rayons magnéto-cathodiques ne transportent avec eux qu'une charge plus faible que celle des rayons cathodiques, l'explication de M. Fortin ne convient plus. Peut-être, peut-on alors expliquer le phénomène de la déviation rien que par la composition du champ magnétique produit par le mouvement dans le champ électrique de ce qui constitue les rayons magnéto-cathodiques avec le champ magnétique préexistant (celui de l'électro-aimant) : ces deux champs magnétiques, à angle droit, donnent par leur composition un champ oblique que doit suivre le rayon magnéto-cathodique, d'après sa propriété fondamentale. Le sens de la déviation due à cette cause est bien conforme à celui trouvé par M. Villard. Quant à l'ordre de grandeur, il faudrait connaître les intensités des champs électriques et magnétiques employés par ce physicien pour voir si l'explication ne nécessite pas des valeurs trop grandes pour la vitesse des rayons magnéto-cathodiques. Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'avec des intensités de champ facilement réalisables et des vitesses d'un ordre de grandeur très acceptable, on obtiendrait de ce chef des déviations non seulement visibles, mais bien mesurables.

([1]) VILLARD, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 1408.

([2]) FORTIN, *Ibid.,* p. 1594.

PHYSIQUE. — *Sur les ions de l'atmosphère.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. Mascart.

I. Les travaux de MM. Elster et Geitel d'une part, C.-T.-R. Wilson d'autre part, ont démontré la présence permanente dans l'atmosphère d'ions des deux signes, identiques à ceux que produisent les rayons de Röntgen et dus à l'action des substances radioactives dont l'existence constante en petite quantité dans l'air est expérimentalement établie.

La détermination du nombre de ces ions et de la conductibilité qu'ils communiquent à l'air est de première importance pour la météorologie, tant au point de vue des phénomènes de condensation de la vapeur d'eau, de l'origine des pluies et des orages, de la cause du champ électrique terrestre, qu'au point de vue des variations du champ magnétique dues, en partie au moins, aux courants que produit le déplacement des ions sous l'action du champ électrique ou des mouvements d'ensemble de l'atmosphère.

II. Aussi des recherches systématiques dans ce sens sont-elles effectuées depuis deux ans, principalement en Allemagne, par deux procédés distincts.

L'un, dû à MM. Elster et Geitel, consiste à suivre la déperdition électrique dans l'air d'un cylindre chargé relié à un électroscope d'Exner; malheureusement, s'il a l'avantage de la simplicité, sa signification théorique est incertaine.

L'autre procédé, de signification plus précise, est dû à M. Ebert et consiste à mesurer les quantités d'électricité des deux signes disponibles dans un volume connu d'air, c'est-à-dire une grandeur proportionnelle au nombre des ions présents, l'expérience ayant montré que ceux-ci portent tous la même charge en valeur absolue, égale à $3,4 \times 10^{-10}$ unité électrostatique.

L'air passe à cet effet sous l'action d'un aspirateur dans un condensateur cylindrique chargé dont l'armature intérieure communique avec un électroscope dont la cage est reliée à l'armature extérieure. Si le condensateur est assez long et le champ assez intense pour qu'on soit certain de recueillir tous les ions d'un signe déterminé sur l'électrode intérieure, la déperdition mesurée à l'électroscope est proportionnelle au nombre de ceux-ci.

III. J'ai commencé, avec l'aide de M. Moulin, depuis le mois de mai dernier, au sommet de la Tour Eiffel, des expériences de ce genre dont je donnerai ultérieurement les résultats et qui m'ont conduit à préciser la signification des mesures ainsi faites.

Il était en effet important de s'assurer, par des procédés électrométriques

de laboratoire, dans quelles limites on peut admettre que les mesures faites avec l'appareil d'Ebert donnent bien *tous* les ions présents dans l'air qui passe, toutes les charges électriques disponibles. *On va voir qu'il en est autrement, dans une proportion tout à fait inattendue.*

J'ai utilisé dans ce but une méthode de courant gazeux ([1]) sous une forme qui *permet d'étudier la répartition des ions contenus dans un gaz entre les diverses mobilités,* problème important en pareille matière.

Soit p la densité par unité de volume du gaz des charges portées par les ions d'un signe déterminé; ceux dont la mobilité est comprise entre k et $k + dk$ correspondent à une densité élémentaire :

$$dp = f(k)\,dk,$$

et le problème de la répartition consiste à déterminer la fonction $f(k)$ pour toutes les valeurs de la variable.

Pour résoudre ce problème, faisons passer le gaz sous le débit U dans un condensateur cylindrique de capacité C chargé par une batterie d'accumulateurs de force électromotrice V dans un sens tel que l'électrode intérieure E recueille les ions du signe considéré. Si la saturation est atteinte pour les ions de mobilité k, c'est-à-dire si tous ces ions sont recueillis par E, le courant correspondant sur celle-ci sera

$$d\mathrm{I} = \mathrm{U}\,dp = \mathrm{U}f(k)\,dk.$$

Mais les ions de mobilité assez faible pour que la saturation ne soit pas atteinte donneront seulement :

$$\frac{di}{d\mathrm{I}} = k\frac{4\pi\mathrm{CV}}{\mathrm{U}} = kx, \qquad \text{si} \qquad x = \frac{4\pi\mathrm{C}}{\mathrm{U}}\mathrm{V},$$

ce qui suppose, puisque di ne peut être supérieur à $d\mathrm{I}$, que k est inférieur à $\frac{1}{x}$; pour k supérieur à cette limite, la saturation est atteinte et di est égal à $d\mathrm{I}$.

Le courant total i recueilli par E sous la différence de potentiel V est donc donné par

$$(1) \qquad i = \mathrm{U}x\int_0^{\frac{1}{x}} kf(k)\,dk + \mathrm{U}\int_{\frac{1}{x}}^{\infty} f(k)\,dk,$$

i est une fonction de x que l'on peut obtenir expérimentalement en mesurant, au

([1]) On trouvera dans le travail de M. E. Bloch (*Ann. de Chimie et de Physique,* janvier 1905, p. 65 à 71) l'exposition que j'ai donnée de ces méthodes au Collège de France en 1903-1904.

moyen d'un électromètre relié à E, le courant i qui correspond à différentes valeurs de V et en construisant une courbe S avec i en ordonnées et en abscisses la quantité x proportionnelle à V.

Cette courbe expérimentale permet de déterminer la fonction $f(k)$. La relation (1) donne facilement, en effet,

$$\frac{di}{dx} = \mathrm{U}\int_0^{\frac{1}{x}} k f(k)\, dk, \qquad \frac{d^2 i}{dx^2} = -\frac{\mathrm{U}}{x^3} f\left(\frac{1}{x}\right),$$

donc

$$f\left(\frac{1}{x}\right) = -\frac{x^2}{\mathrm{U}} \frac{d^2 i}{dx^2}.$$

On déduit de là *qu'il existe dans le gaz des ions de mobilité k, seulement si la courbe expérimentale* S *présente une courbure au point d'abscisse* $x = \frac{1}{k}$. Les mobilités des ions présents dans le gaz correspondent aux régions incurvées de S et $f(k)$ peut se déduire de la mesure de cette courbure.

En appliquant cette méthode à l'air atmosphérique, j'ai obtenu seulement deux régions de forte courbure : l'une correspondant aux ions ordinaires, de mobilité égale à environ 1^{c},5 *pour un volt par centimètre, l'autre à des ions de mobilités plusieurs milliers de fois plus faibles* ($k = \frac{1}{3000}$ environ), *de même ordre que celles observées par M. Townsend dans les gaz récemment préparés et par M. Bloch pour les ions du phosphore.*

Un point essentiel est que, dans les conditions où j'ai opéré, au niveau du sol, *la quantité totale d'électricité portée par ces derniers ions peut être cinquante fois plus grande que celle portée par les ions ordinaires et seule mesurée dans l'appareil d'Ebert.*

Je crois donc important d'appeler l'attention des physiciens qui s'occupent d'électricité atmosphérique sur l'existence de ces centres chargés, beaucoup plus nombreux en général que les ions ordinaires. Je reviendrai sur leur origine probable et sur leur rôle.

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes.* Note de M. **Pierre Massoulier**, présentée par M. J. Violle.

I. La conductibilité des flammes doit être attribuée à la présence d'ions dont on a pu mesurer les mobilités, très variables avec le signe de la charge de l'ion et avec la température. Cependant un des caractères essentiels de la conductibilité produite par les ions dans les gaz, l'existence d'un

courant de saturation, ne s'observe pas ici de manière complète : le courant i augmente, en général, moins vite que la différence de potentiel v appliquée aux électrodes sans cependant devenir indépendant de celle-ci. La cause de cette absence de saturation est la grande densité en volume des ions présents qui produit une déformation considérable du champ et localise celui-ci presque entièrement au voisinage de la cathode quand les électrodes sont également chaudes, alors que la saturation ne s'observe que quand le champ reste approximativement uniforme.

Pour des différences de potentiel suffisamment élevées on peut même observer un relèvement de la courbe qui relie i à v analogue à celui que M. Townsend (¹) a obtenu dans les phénomènes qui précèdent la décharge disruptive, à partir du moment où l'ionisation par les chocs commence à se produire. La courbe, d'abord concave vers l'axe des v, présente alors un point d'inflexion plus ou moins étalé et à tangente inclinée, l'ionisation par les chocs se produisant avant que la saturation puisse être atteinte. De telles courbes ont été obtenues avec des flammes de gaz par F.-L. Tufts et J. Stark (²) et j'en ai moi-même retrouvé de semblables, avec les mêmes flammes, mais dans des conditions très différentes et sans avoir eu connaissance de ces travaux.

II. En remplaçant le gaz d'éclairage par de la vapeur d'éther, j'ai pu obtenir des flammes beaucoup moins chaudes dans lesquelles les électrodes de platine de $2^{cm^2},8$ de surface, à 2^{mm} l'une de l'autre, peuvent rester sombres ou au rouge à peine visible. J'ai pu appliquer dans ces conditions des différences de potentiel de 880^{volts}, ce qui correspond à des champs moyens de 4400^{volts} par centimètre, sans cesser d'obtenir des courbes dont l'allure est nettement parabolique. Voici par exemple les données de l'une de ces courbes; une division de l'échelle galvanométrique représente 3×10^{-8} ampère :

Voltages.....	88^{volts}	2×88	4×88	6×88	8×88	10×88
Déviations...	36	78	128	158	181	200

Ces résultats sont conformes à ce que permet de prévoir la théorie dans l'hypothèse où la conductibilité serait uniquement due à une ionisation en volume se produisant dans le corps de la flamme sous l'action de la température élevée ou des réactions chimiques, indépendamment de la présence des électrodes.

Pour retrouver par le calcul des courbes de saturation d'allure parabolique, il suffit en effet d'admettre, comme l'a montré M. P. Langevin (³), qu'en raison de l'agitation

(¹) *Phil. Mag.*, 1901, t. I, p. 198.

(²) *Phys. Zeitschrift*, 1er mai 1904.

(³) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 443.

thermique élevée le rapport ε du nombre des recombinaisons au nombre des collisions est très faible.

III. Ainsi, contrairement à l'opinion émise par divers auteurs ([1]), les électrodes, au moins dans les conditions de mes expériences, ne jouent qu'un rôle secondaire; et cela résulte encore nettement de l'expérience suivante : Si l'on emploie au début une grande proportion de vapeur d'éther et si on la fait tendre progressivement vers zéro, la flamme, d'abord grande et blanche, bleuit en se raccourcissant, présente un cône vert, puis bleu et finalement s'éteint. En même temps les électrodes passent du rouge très sombre au jaune clair, puis au rouge et au noir. Si l'on maintient entre elles une différence de potentiel constante, 880^{volts} par exemple, l'intensité du courant varie comme l'indique le Tableau suivant :

		Courant.
Électrodes	rouge sombre	190
—	rouge clair	150
—	jaune	de 120 à 50
—	rouge clair	15
—	rouge sombre	2

Or les électrodes étant larges, épaisses et très rapprochées, leur température est très approximativement celle du gaz compris entre elles, de sorte que le courant obtenu paraît dépendre de tout autre chose que de la température. Cette température aurait, au contraire, une influence énorme et bien connue si les électrodes jouaient le rôle essentiel.

IV. Si l'on considère comme établi que le courant est dû à une ionisation ayant son siège dans toute la flamme, on peut se demander encore si la cause de cette ionisation doit être cherchée dans les phénomènes chimiques qui s'accomplissent au sein de la flamme ou seulement dans une élévation de température qui serait suffisante pour provoquer la dissociation corpusculaire de certaines molécules. Les remarques suivantes, étudiées de plus près, permettront peut-être de jeter quelque lumière sur ce point :

a. Quand la flamme présente un cône vert, dès que ce cône arrive entre les électrodes ou les touche, l'intensité du courant augmente beaucoup, quoique, dans certains cas, une portion au moins des électrodes perde de son éclat.

b. Quand on supprime l'arrivée de l'éther, au moment où la vitesse d'inflammation du mélange devient plus faible que sa vitesse d'écoulement, la flamme, très petite, quitte le brûleur et s'élève lentement. Dès que cette petite flamme atteint les électrodes, on note encore un accroissement subit et substantiel du courant.

([1]) J.-J. Thomson, *Conduction of electricity through gases*. — H.-A. Wilson, *Phil. Trans.*, 1899, p. 499. — Moreau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXX, 1903, p. 1.

MAGNÉTISME. — *Sur les coefficients d'aimantation spécifique des liquides.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

En poursuivant mes études sur le dichroïsme magnétique, j'ai été amené à déterminer la susceptibilité magnétique d'un grand nombre de liquides organiques et de sels cristallisés : pour certains de ces corps les données numériques faisaient défaut; pour les autres, il y avait de telles discordances entre les valeurs trouvées par les différents expérimentateurs qu'il y avait lieu de faire de nouvelles déterminations. Ce désaccord apparaît dès qu'on jette un coup d'œil sur les tableaux donnés par les différents traités classiques et la confusion est d'autant plus grande qu'on met quelquefois en regard des nombres qui ne sont nullement comparables, tels que les susceptibilités rapportées soit à des poids égaux, soit à des volumes égaux de matière, car les différents physiciens ont eu en vue tantôt l'une, tantôt l'autre de ces deux quantités. Il importe donc de faire soigneusement la distinction pour voir si les nombres sont réellement comparables et si les écarts ne tiennent pas seulement à la différence des définitions adoptées.

Et d'abord, on peut se demander quelle est celle de ces deux quantités qu'il est préférable de considérer. Celle qui correspond à la définition ordinaire (moment magnétique rapporté à l'unité de volume et à l'unité de champ magnétique) est la susceptibilité à volume égal; c'est celle qui s'introduit directement dans les calculs partout où l'on considère un volume limité qui peut être rempli par des corps différents, volume dont la perméabilité varie par de telles substitutions; en particulier, c'est cette grandeur qu'il y a lieu de considérer dans les phénomènes de dichroïsme magnétique que j'ai étudiés et où l'on a affaire à des particules cristallines immergées dans divers liquides.

Mais il faut remarquer que, dans la plupart des méthodes, le résultat immédiat des mesures fournit la susceptibilité rapportée à l'unité de poids; c'est ce que nous désignerons sous le nom de *coefficient d'aimantation spécifique* : en effet, on n'opère pas généralement sur un volume connu, mais sur une masse déterminée et l'on fait le quotient d'une certaine grandeur (déviation, torsion, force antagoniste) par la masse de matière qu'on a employée.

Lorsqu'on veut ensuite obtenir la susceptibilité proprement dite, ou à

volume égal, on multiplie la quantité précédente par la densité et c'est là une des causes de divergence dans les résultats obtenus, les différents physiciens ayant utilisé des densités notablement différentes; pour beaucoup de liquides organiques, les nombres ne sont pas donnés par les Tables avec une suffisante certitude; ces nombres diffèrent d'ailleurs suivant la température qui, au contraire, influe peu sur le coefficient d'aimantation spécifique, et les écarts sur les valeurs adoptées atteignent souvent 1 pour 100.

Il en résulte que les nombres donnés pour la susceptibilité n'ont de sens précis que si l'on inscrit à côté la valeur de la densité qui a servi à les calculer et, d'autre part, si l'on veut comparer les nombres fournis pour cette grandeur par les différents physiciens, il faut les ramener à des poids égaux en se servant pour chacun d'eux de la valeur numérique de la densité utilisée par le même expérimentateur, de manière à éliminer l'influence de cette densité introduite seulement dans le calcul; il faut, en outre, prendre un point de départ commun, car la plupart des physiciens n'ont fait que des déterminations relatives et les quelques déterminations absolues que l'on possède, et qui se rapportent généralement à l'eau et au bismuth, ne sont pas absolument concordantes.

Le Tableau ci-contre, relatif à un certain nombre de liquides diamagnétiques, contient, dans la première colonne, les résultats de mes déterminations pour les coefficients d'aimantation spécifique, celui de l'eau étant pris égal à $-0,79.10^{-6}$; ils ont été corrigés du magnétisme de l'air, bien que la correction soit très faible et, dans quelques cas, de l'ordre de grandeur des erreurs possibles; j'en ai tenu compte, néanmoins, afin de ne pas ajouter à une erreur accidentelle, dont on ignore le sens, un écart systématique dont on connaît exactement la grandeur et le signe; cette correction a été inscrite entre parenthèses à côté du nombre correspondant, elle contribue généralement à diminuer la valeur absolue, sauf dans quelques cas où on l'a fait alors précéder du signe +; pour trois de ces liquides elle est tout à fait négligeable. Les colonnes suivantes du Tableau contiennent les nombres que l'on peut déduire des expériences de divers physiciens en prenant le même point de départ ($-0,79.10^{-6}$ pour l'eau) et en tenant compte des densités, comme il a été dit, lorsque le Mémoire fait connaître la densité du corps sur lequel on a opéré, ce qui est le cas des expériences de Henrichsen et de Quincke; pour les déterminations de Becquerel et de Faraday, on a pris les densités moyennes.

Coefficients d'aimantation spécifique des liquides. Valeurs de $-K.10^{-6}$.

			Henrichsen.	Quincke.	Becquerel.	Faraday.	Plücker.
Eau	0,79		0,79	0,79	0,79	0,79	
Iodure d'éthyle	0,475	(+0,003)	0,490				
Acide formique	0,485	(0,005)	0,470				
Bromure d'éthyle	0,537	(0,0002)	0,540				
Aldéhyde acétique	0,566	(+0,014)	0,550				
Chloroforme	0,576	(0,002)	0,534				
Acide acétique	0,580	(0,006)	0,574				
Sulfure de carbone	0,587	(+0,001)	0,616	0,556	0,83	0,64	0,81
Glycérine	0,644	(0,0006)		0,600			
Acétone	0,645	(0,012)	0,642				
Aldéhyde formique	0,676	(0,002)					
Glycol	0,684	(0,0008)					
Cinnamène	0,701	(0,006)					
Acide phénique	0,712	(0,001)					
Glycérine hydratée (50 p. 100)	0,731	(+0,001)					
Alcool méthylique	0,744	(0,009)	0,756	0,806			
Benzine	0,777	(0,004)		0,747			
Toluène	0,800	(0,004)					
Xylène	0,812	(0,004)					
Cumène	0,813	(0,004)					
Térébène	0,813	(0,003)		0,746			0,97
Alcool éthylique	0,813	(0,007)	0,810	0,811	0,78	0,81	
» butylique	0,815	(0,006)					
» isobutylique	0,834	(0,005)	0,858				
» amylique	0,840	(0,005)	0,861				
» caproïque	0,840	(0,004)					
Ether	0,840	(0,009)	0,874	0,830		0,85	1,004
Amylène	0,840	(0,014)					
Pétrole	0,908	(0,003)		0,847			

PHYSIQUE. — *De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures. Rappel d'un Mémoire de MM.* A. *et* L. Lumière. Note de M. **F.-P. Le Roux**. (Extrait.)

Depuis la dernière séance il m'a été signalé que, dans un résumé que j'avais présenté de recherches antérieures, j'avais omis de mentionner un Mémoire très étendu de MM. A. et L. Lumière, publié aux *Comptes rendus*, février 1899, p. 549.

Qu'il me soit permis de faire maintenant ce que j'aurais fait dans ma Note du 9 janvier si j'avais connu le Mémoire de MM. Lumière, c'est-à-dire de proclamer la part d'antériorité qui peut leur revenir sur le point que j'ai traité. Leur travail vise, en effet, un très grand nombre de faits qui sont en dehors de ceux que j'avais en vue. Ils reconnaissent (p. 550) que « M. Dewar avait signalé avant eux la propriété que possèdent les substances phosphorescentes, préalablement excitées par la lumière, de perdre instantanément leur faculté de luire lorsqu'on les plonge dans l'air liquide, de rester obscures aussi longtemps que leur température est maintenue à —191°, et de reprendre leur phosphorescence quand on les réchauffe ».

En ce qui regarde l'excitation au moyen du magnésium pendant l'immersion réfrigérante, le principe de l'expérience appartient à M. Pictet qui activait ainsi le corps phosphorescent plongé dans l'alcool refroidi à — 70°. Si j'avais connu le Mémoire de MM. Lumière, j'aurais rappelé qu'ils ont opéré avec l'air liquide. J'aurais aussi pu dire, mais cela n'avait pas d'intérêt dans la question qui m'occupait, qu'ils avaient activé avec des lumières spectrales des corps phosphorescents immergés.

Je ne pense pas que MM. Lumière puissent revendiquer l'hypothèse que l'abaissement de la température ne détruit pas l'énergie lumineuse; cette hypothèse est commune à tous les observateurs, depuis MM. Edm. et H. Becquerel jusqu'à MM. Lumière.

Le but de ma Note était d'exposer un système d'expériences d'un principe connu, mais disposées dans des conditions faciles à réaliser et comportant d'utiles comparaisons, lesdites expériences choisies comme nécessaires et suffisantes pour permettre de présenter comme plausible, au moins en ce qui concerne le sulfure phosphorescent bleu, la proposition que j'ai énoncée, à savoir que « l'énergie lumineuse potentielle que peut induire dans un corps phosphorescent donné une lumière activante donnée est indépendante de la température, la circonstance température n'influant que sur la vitesse de transformation de l'énergie lumineuse potentielle en énergie lumineuse actuelle ».

En appelant l'attention sur cette espèce de mécanisme de la phosphorescence, je m'étais proposé d'orienter les idées vers une théorie dans laquelle la phosphorescence pourrait être attribuée à la présence de petites quantités de matières particulières subissant, sous l'influence de certaines radiations, une transformation physicochimique réversible, se réverbant (qu'on me pardonne ce néologisme) lorsque les radiations excitatrices cessent d'intervenir.

Il en serait de ces transformations comme de celles qui entrent en jeu dans la Photographie, elles s'effectueraient généralement avec une vitesse fonction croissante de la température. Ce côté de ressemblance des phénomènes photographiques avec ceux phosphorogéniques n'a pas échappé à M. Dewar dans ses recherches de 1895 sur l'action de la température de l'air liquide. Il constata que la sensibilité des préparations photographiques ainsi réfrigérées diminue considérablement, c'est-à-dire qu'une même source de radiations demande un temps beaucoup plus considérable pour produire une impression déterminée.

Dans leur premier Mémoire : *Sur l'action des basses températures* (*Comptes rendus*, février 1899, p. 359), MM. Lumière ont indiqué que « en partant de plaques au gélatinobromure possédant la sensibilité maximum, ils avaient constaté que, pour obtenir des impressions égales, il fallait un temps d'exposition de 350 à 400 fois plus considérable à $-191°$ qu'à la température ordinaire ».

Je crois que les citations qui précèdent sont de nature à prouver mon intention de rendre justice aux travaux de MM. Lumière sur les sujets où nous avons pu nous rencontrer et sur d'autres encore.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur un nouveau minéral radifère.* Note de M. **J. Danne**, présentée par M. A. Potier.

J'ai trouvé, récemment, que certains terrains plombifères situés aux environs d'Issy-l'Évêque, dans la Saône-et-Loire, renferment du radium. Les matières radioactives de ces terrains sont une pyromorphite, des argiles plombifères et des pegmatites; mais c'est le plus souvent avec la pyromorphite que se trouve le radium.

Aucun de ces minéraux ne contient d'uranium. C'est là un fait très remarquable, car, jusqu'à présent, on n'avait observé la présence du radium que dans les minéraux uranifères. Il semble même qu'il y a proportionnalité entre la quantité d'uranium et la quantité de radium qui l'accompagne dans divers minéraux (1). Si elle était bien établie, cette proportionnalité aurait une grande importance théorique et tendrait à faire supposer que le radium a été réellement créé par l'uranium.

L'existence de la pyromorphite radioactive d'Issy-l'Évêque ne contenant pas d'uranium est en contradiction avec cette manière de voir. Cependant

(1) B. Boltwood, *Engineering and mining Journal*, 12 mai 1904.

il me semble que l'on peut éviter cette contradiction en admettant que le radium a été apporté dans la pyromorphite à une époque toute récente par des eaux radioactives.

En effet, à Issy-l'Évêque la pyromorphite se rencontre en filonnets étroits encastrés dans des roches quartzeuses et feldspathiques. Ces filonnets sont toujours très humides; ce fait s'explique par la présence de nombreuses sources dans le voisinage, dont les eaux se répandent dans les terrains plombifères qui constituent le sol le plus perméable de la région.

De toutes ces eaux on a pu extraire des gaz radioactifs dont la radioactivité était due à la présence de l'émanation du radium. Si au moyen d'un courant d'air on entraîne toute l'émanation contenue dans ces eaux et si on laisse ensuite ces eaux pendant plusieurs jours dans un récipient clos, on peut de nouveau en extraire des gaz actifs. Ceci prouve qu'il s'est reformé de nouvelles quantités d'émanation. Cette production continuelle d'émanation ne peut s'expliquer qu'en admettant l'existence d'un sel de radium en solution dans cette eau. L'expérience a d'ailleurs confirmé mes prévisions. J'ai précipité par l'acide sulfurique une grande quantité de cette eau radioactive, préalablement additionnée de chlorure de baryum.

Le précipité obtenu a présenté une activité permanente d'ailleurs très faible.

On peut admettre que ces eaux, en passant sur des minéraux radifères situés dans les profondeurs de la terre, entraînent de petites quantités de sels de radium, qu'elles abandonnent ensuite en cours de route par réactions physiques ou chimiques.

D'ailleurs diverses constatations sont en faveur de cette hypothèse. Seuls les terrains perméables sont radioactifs. Des échantillons de quartz prélevés au milieu même de filonnets radifères et lavés n'ont aucune action sur la plaque photographique; au contraire, les boues qui résultent du lavage l'impressionnent rapidement. Enfin un grand nombre d'échantillons de pyromorphites provenant d'autres localités, mis obligeamment à ma disposition par M. Lacroix, n'ont jamais manifesté de propriétés radioactives.

La présence de sels de radium dans cette région n'a d'ailleurs rien de surprenant; on a signalé à Saint-Symphorien-de-Marmagne, qui se trouve à une quarantaine de kilomètres d'Issy-l'Évêque, des paillettes d'*autunite* qui ont été décrites par M. Lacroix. Il est possible que ce minéral se retrouve en profondeur en gisements plus importants (1).

(1) On a déjà signalé des traces de radium dans des dépôts de sources minérales,

Certains échantillons de pyromorphite d'Issy-l'Évêque ont une activité atteignant plusieurs fois celle de l'uranium; mais en général l'activité est considérablement plus faible.

La teneur en radium est variable. Une tonne de minerai peut fournir des quantités de bromure de radium de l'ordre de grandeur du centigramme. A Issy-l'Évêque ces minéraux se sont présentés en quantités suffisantes pour que l'on ait pu établir un traitement en vue de l'extraction des sels de radium. Ce traitement a été effectué à l'usine de M. Armet de Lisle, à Nogent-sur-Marne.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Dissociation des sels de strychnine décelée par leur pouvoir rotatoire. Pouvoir rotatoire dans les séries homologues. Influence de la double liaison.* Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Haller.

Dans nos déterminations nous avons employé comme solvant un mélange d'alcool benzylique $\frac{2}{3}$ et d'alcool éthylique absolu $\frac{1}{3}$. Ce liquide nous a permis de dissoudre des quantités appréciables de sels de strychnine.

Pour faire une observation, on introduit $0^g,334$ de strychnine et la quantité équimoléculaire d'acide dans un flacon de 25^{cm^3} qu'on remplit avec le dissolvant indiqué. On lit l'angle observé sous une épaisseur de 20^{cm}.

Il est certain que les choses se passent comme si l'on avait préparé les sels d'avance et qu'on les eût ensuite dissous. D'ailleurs, nous nous sommes assuré qu'il en était bien ainsi avec quelques sels (succinate, fumarate, maléate, nitrate, etc.).

Le Tableau suivant renferme les principaux résultats obtenus :

Corps soumis à l'expérience.	Poids de substance dissous dans 25^{cm^3} du solvant.	Tube de 20^{cm}. Angle observé, déviation première.	Angle observé, déviation permanente, excès d'acide.	Différence.
	g	° '	° '	'
Strychnine	0,334	$\alpha = -2.4$	»	»
Succinate acide	0,334 de strychnine +0,118 d'acide	$\alpha = -0.6$	$\alpha = +0.15$	21
Maléate acide	0,334 » 0,116 »	$\alpha = +0.20$	$\alpha = +0.20$	0
Fumarate acide	0,334 » 0,116 »	$\alpha = +0.38$	$\alpha = +0.38$	0

mais leur teneur en radium était extrêmement faible en comparaison de celle des minéraux dont il est question ici (Strutt, *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXIII, p. 192; *Phil. Mag.*, novembre 1904. — Dorn, *Physikal. Zeits.*, 1904).

Corps soumis à l'expérience.	Poids de substance dissous dans 25cm³ du solvant.				Tube de 20cm. Angle observé, déviation première.	Tube de 20cm. Angle observé, déviation permanente, excès d'acide.	Différence.
	g				° ′	° ′	′
Malonate acide........	0,334	de strychnine	»	d'acide	α = +0.12	α = +0.14	2
Formiate............	0,334	»	0,046	»	α = −0.10	α = +0.10	20
Acétate..............	0,334	»	0,06	»	α = −0.30	α = +0.10	40
Propionate..........	0,334	»	0,075	»	α = −0.34	α = +0.12	46
Butyrate.............	0,334	»	0,088	»	α = −0.36	α = +0.14	50
Laurate..............	0,334	»	0,200	»	α = −0.36	α = +0.14	50
Stéarate.............	0,334	»	0,284	»	α = −0.34	α = +0.10	44
Crotonate............	0,334	»	0,086	»	α = −0.14	α = +0.28	42
Salicylate de strychnine.	0,334	»	0,138	»	α = +0.48	α = +0.52	4
Métaoxybenzoate......	0,334	»	0,138	»	α = +0. 4	α = +0.30	26
Paraoxybenzoate.......	0,334	»	0,138	»	α = −0. 4	α = +0.30	34
Benzoate.............	0,334	»	0,122	»	α = +0. 6	α = +0.34	28
Cinnamate...........	0,334	»	0,148	»	α = +0. 8	α = +0.50	42
Chlorhydrate..........	0,334	»	0,036	»	α = +0. 4	α = +0. 4	0
Nitrate..............	0,334	»	0,063	»	α = +0.18	α = +0.18	0
Sulfate..............	0,334	»	0,098	»	α = +0.15	α = +0.15	0

Dans ce Tableau, nous avons deux colonnes d'angles observés.

La colonne 3 indique les déviations des sels quand on met en dissolution les quantités théoriques de base et d'acide, c'est-à-dire les nombres indiqués dans la deuxième colonne.

La colonne 4 comprend les angles observés quand on ajoute un grand excès d'acide.

Nous appellerons *déviation première* celle qui correspond aux quantités théoriques de base et d'acide et *déviation permanente* celle qui résulte de l'addition d'un excès d'acide.

Pour un certain nombre de sels, la déviation première est bien différente de la déviation permanente; c'est-à-dire que l'angle observé change quand on ajoute plus d'acide que n'en réclame la quantité théorique; puis, à un moment donné, il reste constant quel que soit l'excès d'acide. Pour d'autres sels les déviations sont sensiblement les mêmes.

Nous ne pouvons expliquer ces résultats qu'en admettant une sorte d'hydrolyse, une dissociation partielle de la molécule des sels de strychnine au sein du mélange alcool benzylique et alcool.

Cette dissociation doit être d'autant plus grande que l'acide est plus faible.

Ainsi, nous dirons que l'acide formique est plus fort que l'acide acétique,

parce que la différence 20′ entre les deux angles observés relatifs au formiate est plus petite que 40′, différence existant entre les deux angles observés pour l'acétate. Nous dirons pour la même raison que l'acide benzoïque (différence 28′) est plus fort que l'acide acétique (différence 40′). L'acide fumarique et maléique sont plus forts que l'acide succinique. L'acide salicylique est plus fort que les acides méta- et paraoxybenzoïques, etc.

Pour le moment, nous nous contenterons de considérer ces résultats au point de vue qualitatif.

Avec un polarimètre très sensible (nous ne répondons ici que de 5′ à 6′) et en observant sous une plus grande épaisseur, nous obtiendrions des différences plus accentuées et plus précises qui pourraient peut-être représenter approximativement l'acidité.

Nous constatons aussi que, dans une série homologue, la déviation permanente, pour une même concentration moléculaire, est sensiblement constante (formiate, acétate, propionate, butyrate, etc.). Ce fait a été observé dans d'autres séries par M. Tchugaeff (¹) et aussi par nous-même (²). Faisons remarquer que la déviation permanente de l'orthooxybenzoate de strychnine est bien plus grande que celle du méta et du para.

Enfin, la double liaison, comme un certain nombre de savants l'ont déjà montré (³), exerce une influence sur l'activité optique de la molécule dans laquelle elle se trouve.

Pour s'en rendre compte, il suffit de comparer les déviations permanentes des succinate, maléate et fumarate, puis celles du butyrate et du crotonate.

Nous nous proposons de poursuivre cette étude en prenant des bases actives qui nous donneront des sels plus solubles dans un dissolvant plus simple.

(¹) Tchugaeff, *D. ch. G.*, t. XXXI, p. 360, 1775 et 2451.

(²) Minguin et Grégoire de Bollemont, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 69.

(³) Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1222, 788, 1613. — Eykman, *D. ch. G.*, t. XXIV, p. 1278. — Zelinsky, *D. ch. G.*, t. XXXV, p. 2488. — Rupe, *Ann. der Chemie*, t. CCCXXVII, 1903, p. 157. — Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 751.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylamidure de cæsium.* Note de M. E. **Rengade**, présentée par M. H. Moissan.

M. Moissan a montré (¹) que la méthylamine liquéfiée, sans action sur le sodium, le potassium ou le calcium, dissout au contraire le lithium en donnant du lithium-méthylammonium. Le cæsium étant, après le lithium, de tous les métaux alcalins et alcalino-terreux celui dont l'ammonium se forme à la plus haute température (²), on pouvait espérer qu'il réagirait également sur la méthylamine. C'est ce que l'expérience a confirmé; mais la solution de cæsium dans la base organique ne se conserve pas, même à basse température. Elle se décolore rapidement en donnant du méthylamidure de cæsium. C'est ce composé dont je présente aujourd'hui l'étude.

Le métal alcalin était enfermé dans un tube à essai fermé par un bouchon rodé à robinet communiquant avec un ajutage latéral. Le tube ayant été préalablement pesé vide d'air, on le remplit de gaz carbonique sec, on y introduit le cæsium lavé à l'éther de pétrole dans un courant de ce gaz, puis on refait le vide et l'on pèse une deuxième fois le tube. Enfin on y fait rentrer la méthylamine, conservée sur du sodium dans un tube de cristal à robinet. La réaction se produit déjà à la température ordinaire. En plongeant le tube à expérience dans un mélange réfrigérant, on condense l'amine, qui dissout immédiatement le métal avec la coloration bleu foncé caractéristique des ammoniums. Cette solution, maintenue à — 20° environ, se décolore rapidement, et d'autant plus vite qu'elle était plus concentrée (pour des poids de cæsium de l'ordre du décigramme, il faut de 10 à 40 minutes, avec des quantités de solvant variant de $0^{cm^3},5$ à $1^{cm^3},5$ environ). En même temps le manomètre annexé à l'appareil indique une augmentation de pression. Il ne reste finalement qu'un liquide limpide et incolore. On le refroidit alors à — 80° à l'aide d'un mélange de neige carbonique et d'acétone, et l'on fait le vide au moyen de la trompe à mercure, jusqu'à ce que le gaz extrait soit entièrement absorbable par l'eau. Le résidu non soluble est de l'hydrogène, comme le montre une combustion eudiométrique. La réaction

$$CH^3NH^2Cs = CH^3NHCs + H$$

indique qu'un poids de $0^g,133$ de métal devrait dégager $11^{cm^3},12$ d'hydrogène. J'ai trouvé $11^{cm^3},08$ et $11^{cm^3},21$ par milliatome.

Si, d'autre part, on distille l'excès de méthylamine resté dans le tube, il se dépose un corps d'un blanc pur, à reflets soyeux, très bien cristallisé au microscope en paillettes brillantes. L'augmentation de poids du tube, vidé à la trompe, a été trouvée de 22,35 et 22,17 pour 100; la théorie indique 22,55 pour 100.

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 26.
(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 685 et t. CXXXVI, p. 1177.

Ce que ce méthylamidure présente de plus remarquable, c'est son instabilité : chauffé brusquement il détone avec une flamme violet pourpre. Le tube est brisé et les débris sont recouverts d'une matière blanche déliquescente, à odeur caractéristique et présentant les réactions des cyanures : c'est du cyanure de cæsium.

La décomposition se fait lentement si l'on maintient le tube, vide d'air, dans un bain d'huile dont on élève progressivement la température jusqu'à 115°. A ce moment il commence à se dégager de l'hydrogène pur. Le dégagement s'accentue vers 130° et l'on obtient un volume de gaz vérifiant l'équation

$$CH^3NHCs = CNCs + 2H^2.$$

(Trouvé par milliatome de cæsium : 40^{cm^3} au lieu de $44^{cm^3},48$.)

Le méthylamidure n'est pas sensible au choc, au moins à un choc modéré, car on peut secouer le tube qui le contient sans en provoquer l'explosion.

L'oxygène bien sec est sans action à la température ordinaire. Mais il n'en est pas de même de l'air humide : chaque cristal détone bruyamment dès qu'il arrive à l'orifice du tube, avec un éclair violet et en dégageant l'odeur des cyanures.

Pour étudier l'action de l'eau, j'ai dû opérer de la manière suivante : l'ajutage latéral du tube à méthylamidure est mastiqué sur un second tube semblable, au fond duquel se trouvent quelques centimètres cubes d'eau. Un tube à dégagement, soudé latéralement, plonge dans la cuve à mercure. Tout l'appareil a été rempli d'azote. On refroidit alors par de la glace le méthylamidure de manière à provoquer la distillation lente de la vapeur d'eau. On l'accélère au besoin en chauffant légèrement le second tube. Au bout de quelques jours la substance est entièrement décomposée, sans qu'il se soit produit aucun dégagement gazeux.

Les tubes sont alors rincés avec un volume connu d'acide sulfurique décinormal, dont on titre finalement l'excès avec une solution de potasse. On trouve ainsi qu'à chaque atome de métal alcalin mis en expérience correspondent deux molécules d'acide sulfurique neutralisé, ce qui est conforme à la réaction :

$$CH^3NHCs + H^2O = CsOH + CH^3NH^2,$$

L'expérience nous a donné, par milliatome de cæsium, $19^{cm^3},5$ d'alcalinité totale exprimée en potasse décinormale, au lieu de 20^{cm^3}.

En résumé : la méthylamine dissout à froid le cæsium métallique. La solution de cæsium-méthylammonium ainsi obtenue se décompose rapidement avec dégagement d'hydrogène, en donnant du méthylamidure de cæsium, composé cristallisé, très instable, détonant par une brusque élévation de température ou par le contact de l'air humide. Une température de 120° le décompose sans explosion en hydrogène et cyanure de cæsium. L'eau, agissant très lentement, produit de la méthylamine et de l'hydrate de cæsium.

On n'avait jusqu'à présent isolé à l'état de pureté aucun dérivé de substitution des amines grasses avec les métaux alcalins. Titherley mentionne bien [1], dans l'action de l'éthylamine sur le potassium vers 200°, la production de petites quantités d'éthylamidure de potassium, avec dégagement d'hydrogène. Mais il ne donne aucune analyse vérifiant la composition de ce produit.

Je continue l'étude des autres amines sur le cæsium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du pentachlorure de phosphore sur les amines cycliques tertiaires. Synthèses des matières colorantes et formation de phosphore*. Note de M. P. LEMOULT.

L'action de PCl^5 sur la monométhylaniline ayant donné CH^3Cl et le composé $PCl(AzHC^6H^5)^4$ (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 978) et non pas le corps cherché $PCl\left(Az\begin{matrix}CH^3\\C^6H^5\end{matrix}\right)^4$, il ne restait comme moyen d'obtenir directement cette dernière substance que l'action de PCl^5 sur la diméthylaniline et, par généralisation, sur les amines analogues.

Pas plus que la précédente, cette réaction ne réalise la formation du corps cherché; mais elle présente néanmoins quelque intérêt, car elle engendre des matières colorantes. Dès que PCl^5 est en contact avec l'amine, il se produit une coloration bleu violacé très intense; si l'on porte à l'ébullition, elle disparaît et il se dégage en abondance du CH^3Cl (exempt de PH^3) comme dans le cas de la monométhylaniline; les produits solides obtenus ici seront étudiés ultérieurement. Si, au contraire, on maintient la température vers 80° à 100°, il ne se dégage aucun gaz et la coloration va en s'accentuant; la masse prend un reflet cuivré intense.

Michler et Walder (*Berichte*, t. XIV, 1881, p. 2175) ont constaté ce second mode d'action de PCl^5 sur la diméthylaniline et ils attribuent la coloration au tétraméthyldiamidodiphénylméthane et au colorant qui en dérive. Mais ils n'ont étudié ni les particularités, ni le mécanisme, ni la généralisation de la réaction et il m'a semblé, l'ayant découverte à nouveau, qu'il y aurait utilité à combler cette lacune.

On opère sur 500g de diméthylaniline à laquelle on ajoute peu à peu, en refroidissant énergiquement, 100g de PCl^5 finement pulvérisé; après quelques heures de

[1] TITHERLEY, *Jour. of chem. Soc.*, t. LXXI, p. 463

contact, on porte au bain-marie à 100° et l'on maintient pendant 30 heures environ. Le produit brut refroidi est épuisé par l'eau bouillante jusqu'à ce que celle-ci, d'abord fortement colorée, reste incolore; la liqueur obtenue, débarrassée de l'excès d'amine, laisse un résidu solide pesant environ 60g, d'où l'alcool extrait : 1° du tétraméthyldiamidodiphénylméthane identifié par son point de fusion, son analyse, son poids moléculaire et surtout son produit d'oxydation, matière colorante qui donne, sur laine, un très beau violet plus bleu que celui que donne le violet cristallisé; 2° de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane, leucobase du violet hexaméthylé, identifié par son point de fusion, sa résistance à l'acétylation et surtout par son produit d'oxydation et les teintures qu'il donne sur laine et sur coton tanné. La séparation de ces deux corps est assez délicate et on la réalise par des cristallisations dans des mélanges d'alcool et de benzène.

La portion qui ne s'est pas dissoute dans l'eau seule se dissout très bien dans l'eau acidulée par HCl, mais en laissant encore un résidu d'abord brun sale, puis franchement jaune orangé; la liqueur aqueuse donne avec les alcalis une substance pesant environ 35g que l'alcool bouillant dissout aisément et qui à froid cristallise en très belles aiguilles. Ce composé contient du phosphore; son analyse, qui donne

C pour 100 : 70,71, H pour 100 : 7,36, Az pour 100 : 10,49,
P pour 100 : 7,55, O pour 100 : 3,89 (par différence),

ainsi que son poids moléculaire (413g), indiquent comme formule brute $C^{24}H^{30}Az^3OP$; c'est probablement le composé $PO[C^6H^4-Az(CH^3)^2]^3$ non encore décrit, mais dont Michaelis et von Soden ont obtenu le produit d'addition avec 1mol d'alcool

$$PO[C^6H^4Az(CH^3)^2]^3, C^2H^5(OH);$$

point de fusion, 149°-150° (*Lieb. Ann.*, t. CCXXIX, p. 333).

Une des particularités les plus curieuses de cette réaction, c'est la destinée d'une partie du phosphore; il reste dans le traitement précédent une substance jaune orangé qui apparaît déjà au cours du chauffage des réactifs; elle est très riche en phosphore, se dissout très rapidement dans l'acide nitrique, dans les alcalis, en donnant PH^3, et présente les mêmes propriétés que les corps analogues dont j'ai signalé à diverses reprises la formation dans l'action de PCl^3 ou de PCl^5 sur les amines cycliques (il s'en fait ici 2 à 3 pour 100 du poids de PCl^5). De plus, au moment où l'on traite le produit brut par l'eau bouillante, on perçoit une forte odeur de phosphore et d'ozone et, si l'on opère à l'obscurité, le liquide s'illumine d'une phosphorescence très intense que l'agitation active; avec quelques précautions, j'ai pu isoler du phosphore blanc. La présence de ces deux derniers corps permet de ramener à l'état de leucobases les produits colorés formés pendant la réaction : il suffit d'en traiter le produit par les alcalis étendus bouillants : il se dégage PH^3 et l'hypophosphite formé exerce son action réductrice.

L'action de PCl^5 sur la diméthylaniline donne donc, outre le produit signalé par Michler et Walder, la leucobase du violet hexaméthylé et les deux colorants qui dérivent de ces corps, puis un produit cristallisé peu

riche en phosphore, puis un produit orangé amorphe riche en phosphore, puis ce métalloïde lui-même sous forme de phosphore blanc. Quant à la réaction qui engendre les dérivés du di- et du triphénylméthane et qui constitue la synthèse des colorants; elle s'explique aisément par la tendance à la formation de CH^3Cl qui apporte le « C central ».

En cherchant à généraliser cette réaction, j'ai constaté qu'elle réussit très bien avec la méthyléthylaniline, la diméthyl-*o*.-toluidine (colorants violets); la méthylbenzylaniline (colorant vert et odeur de chlorure de benzyle); la méthyldiphénylamine (très beau colorant bleu) mais que par contre elle ne donne pas de matières colorantes avec la diméthyl-*p*.-toluidine, la diéthylaniline et l'éthylbenzylaniline quoique cependant ces corps donnent lieu à d'assez vives réactions. Ces faits montrent que la synthèse au moyen de PCl^5 nécessite une amine cyclique tertiaire $R -_{(1)} Az \begin{smallmatrix} \diagup R_1 \\ \diagdown R_2 \end{smallmatrix}$ dont la position para soit libre et dont un au moins des groupes R_1 ou R_2 soit un CH^3 (il n'y a exception que pour la dibenzylaniline qui donne un vert).

Ni $POCl^3$, ni PCl^3 ne donnent, dans les mêmes conditions, de colorants avec les amines de la première catégorie, mais des produits incolores qui seront étudiés ultérieurement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Produits d'oxydation de l'octohydrure d'anthracène; dihydro-oxanthranol et hexahydroanthrone.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. Haller.

Dans une précédente Communication [1] j'ai indiqué les conditions de formation de l'octohydrure d'anthracène, $C^{14}H^{18}$, et de ses principaux dérivés halogénés. J'étudierai dans la présente Note l'action des agents oxydants sur ce carbure.

L'octohydrure d'anthracène oxydé énergiquement à l'acide chromique donne de l'anthraquinone; par des actions plus ménagées, il donne, avant ce produit ultime de l'oxydation, des dérivés intermédiaires : ceux-ci correspondent à des hydrures d'anthracène et renferment un ou deux atomes d'oxygène. On peut, en effet, isoler dans les produits d'oxydation un dihydrooxanthranol et une hexahydroanthrone.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 604-606.

Ces deux corps s'obtiennent simultanément lorsqu'on oxyde, en solution acétique et à la température ordinaire, l'octohydrure d'anthracène (1 partie) par l'acide chromique (2 parties); la réaction achevée, on précipite par l'eau, on reprend par la benzine et l'on fait cristalliser dans l'alcool ordinaire; le dihydrooxanthranol se dépose le premier; quant à l'hexahydroanthrone, elle reste dans les eaux-mères sous forme huileuse, mais, après avoir été distillée dans le vide, elle cristallise peu à peu.

Le dihydrooxanthranol, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C(OH)\\C(OH)\end{matrix}\right\rangle C^6H^6$, se présente sous forme de grandes aiguilles prismatiques, jaune clair, fondant à 159° sans décomposition. A chaud, il se dissout facilement dans l'alcool, la benzine, le toluène, l'acide acétique. Il n'est pas fluorescent. Ses solutions, par une réaction très sensible, virent au rouge foncé lorsqu'on y ajoute une trace d'alcali.

Le dihydrooxanthranol dérive de l'oxanthranol-9.10 ou oxanthranol-β, comme l'indiquent les réactions suivantes. Il donne, par perte de H^4, dans une oxydation plus profonde, l'anthraquinone ordinaire. Il fournit d'ailleurs la même anthraquinone lorsqu'on fait agir sur lui le brome dans une solution sulfocarbonique; il y a séparation de HBr. Comme l'indique la formule ci-dessus, il possède deux fonctions alcooliques, car il peut donner naissance à des éthers à deux molécules d'acide.

Le dihydrooxanthranol possède une grande stabilité : il diffère en cela de l'oxanthranol ordinaire qui s'oxyde très rapidement à l'air en se transformant en anthraquinone. Cette stabilité, due à l'introduction d'hydrogène dans la molécule anthracénique semble être, du reste, générale pour le groupe de composés dont il est question ici.

Le diacétyldihydrooxanthranol, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}C(OC^2H^3O)\\C(OC^2H^3O)\end{matrix}\right\rangle C^6H^6$, s'obtient lorsqu'on fait bouillir pendant 3 heures le dihydrooxanthranol avec l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium. Il cristallise en grandes aiguilles incolores, fondant à 220° sans décomposition. Il est soluble, à chaud, dans l'alcool, la benzine, l'acide acétique. Ses solutions alcoolique et acétique présentent une très belle fluorescence bleue.

L'hexahydroanthrone, $C^{14}H^{16}O$, cristallise en petites tables, dures, transparentes, fondant à 45°,5. Elle distille sans décomposition vers 222°-225°, sous une pression de 25^{mm}. Elle est très soluble dans presque tous les dissolvants. La vapeur d'eau l'entraîne difficilement. Très stable, elle ne se décompose pas à l'air. Elle réduit la liqueur cupro-alcaline et l'azote d'argent ammoniacal.

L'acide chromique, en solution acétique, la transforme à l'ébullition en anthraquinone ordinaire. Chauffée en solution dans l'alcool faible, avec la quantité calculée de chlorhydrate de semi-carbazide, elle donne une *semicarbazone*,

$$AzH^2-CO-AzH-Az=C^{14}H^{16},$$

cristallisée en petites feuilles, légèrement jaunâtres, fondant à 250°. L'hexahydroanthrone correspond donc à une des deux formules suivantes : $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\CH^2\end{matrix}\right\rangle C^6H^{10}$ ou $C^6H^6\left\langle\begin{matrix}CO\\CH^2\end{matrix}\right\rangle C^6H^8$.

Les réducteurs tels que l'amalgame de sodium et l'alcool, l'étain et l'acide acétique, sont sans action sur l'hexahydroanthrone.

Le brome et le chlore réagissent, dès la température ordinaire, sur l'hexahydroanthrone, en solution dans le sulfure de carbone. Avec le brome, par exemple, un composé dibromé, la *dibromohexahydroanthrone*, $C^{14}H^{14}Br^2O$. Celle-ci se présente en cristaux prismatiques, fondant à 123°-124°; elle est très soluble dans l'alcool, le sulfure de carbone, l'éther. L'acide chromique, en solution acétique, la transforme à l'ébullition en anthraquinone ordinaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Thymomenthol et dérivés.* Note de M. Léon Brunel, présentée par M. A. Haller.

En appliquant aux phénols la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens j'ai notamment montré que le thymol peut être facilement transformé en un alcool hexahydroaromatique correspondant ([1]). J'ai indiqué que l'hydrogénation est plus rapide à 180°; cependant la petite quantité d'acétone formée catalytiquement aux dépens de l'alcool hexahydroaromatique par une réaction générale pour les alcools primaires et secondaires (Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 981-983) m'a conduit à effectuer l'hydrogénation aux environs de 160°. Dans ces conditions, il ne se forme plus de quantités appréciables d'acétone et la rapidité d'obtention de l'hexahydrothymol est à peine diminuée. L'étude de cet alcool, que je désignerai sous le nom de *thymomenthol*, pour rappeler son origine et sa constitution, voisine de celle du menthol, fera l'objet de la présente Communication.

Le thymomenthol pur est un liquide sirupeux, incolore, présentant une odeur forte de menthe; sa densité est 0,913 à 0°, il cristallise par le froid en une masse qui fond ensuite entre —5° et 0°. Il bout à 215°,5 sans altération sous la pression normale. Complètement insoluble dans l'eau, il se dissout en toute proportion dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, etc. Il se volatilise très rapidement à l'air, dès la température ordinaire, sans abandonner de cristaux.

Traité à chaud par l'anhydride phosphorique ou le bisulfate de potassium, il se déshydrate comme le menthol naturel, en donnant naissance à un *tétrahydrocymène* ou *thymomenthène*, dont les propriétés sont voisines de celles du menthène actif. Le thymomenthène, en effet, a une densité de 0,823 à 0° et bout à 167°-168°, alors que le menthène a une densité de 0,8226 à 0° et bout à 167°,4.

Le thymomenthol forme des éthers avec les acides; par suite de transposition lors de l'éthérification, ces éthers sont ceux d'un stéréoisomère du thymomenthol générateur. Pour différencier le thymomenthol provenant de l'hydrogénation du stéréoisomère

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1268.

formé par action des acides, je désignerai le premier par α, le second par β. J'ai obtenu le phtalate acide et le succinate acide de β-thymomenthyle. Pour les préparer, trois procédés différents ont été suivis :

1° Action d'un excès d'anhydride d'acide, soit $1^{mol},5$ sur 1^{mol} de thymomenthol. Le mélange est chauffé 12 heures à 140°. La masse est reprise à l'éther qui dissout peu l'anhydride et complètement l'éther acide. Ce dernier, après évaporation du solvant, est traité par une lessive alcaline diluée qui le dissout. La liqueur claire est additionnée d'acide chlorhydrique et l'éther acide précipité est purifié par cristallisation dans la ligroïne ou l'alcool. C'est la méthode employée d'abord par M. Haller pour la purification des bornéols (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1308).

2° Action du thymomenthol sur l'anhydride d'acide en présence de pyridine, les trois corps étant en proportions équimoléculaires. Le mélange est chauffé doucement pendant quelque temps, puis lavé à l'acide chlorhydrique; l'éther acide résultant est purifié comme précédemment.

3° Action à froid du thymomenthol sodé, préparé à basse température, sur l'anhydride d'acide en suspension dans l'éther. La purification est conduite comme ci-dessus.

Dans les trois cas les résultats sont identiques.

Le *succinate acide de β-thymomenthyle* $CO^2H - CH^2 - CH^2 - CO^2 - C^{10}H^{19}$ cristallise de la ligroïne en fines aiguilles incolores et inodores. Il fond à 80°. Il est soluble dans l'alcool, soluble à chaud dans la ligroïne qui l'abandonne à peu près complètement par refroidissement. Les lessives alcalines diluées le dissolvent en formant le sel correspondant. Celui-ci se précipite dans les solutions alcalines concentrées.

Le *phtalate acide de β-thymomenthyle* $CO^2H - C^6H^4 - CO^2 - C^{10}H^{19}$ cristallise en gros prismes incolores, inodores et fusibles à 128°. Il est très soluble dans l'alcool, le chloroforme et les alcalis dilués.

Lorsqu'on chauffe à une douce température les solutions alcalines de ces éthers, en présence d'un excès d'alcali, la saponification est à peu près immédiate. Le β-thymomenthol ainsi obtenu vient surnager le liquide et se prend bientôt en une masse cristalline. On fait recristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool, en opérant à basse température.

Le β-*thymomenthol* cristallise en longues aiguilles incolores, présentant l'odeur et l'aspect du menthol naturel. Il fond à 28° en un liquide bouillant à 217° sous pression normale. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acétone, l'éther de pétrole, l'acide acétique, il est insoluble dans l'eau. Il se volatilise moins rapidement à la température ordinaire que l'isomère α. Si en effet on dissout une partie de β-thymomenthol dans dix parties d'α-thymomenthol et qu'on abandonne à l'évaporation spontanée, on obtient au bout de quelques jours de longues aiguilles du dérivé β.

Avec les anhydrides succinique et phtalique, le β-thymomenthol donne des éthers identiques à ceux qui ont servi à sa préparation. Ce dernier résultat montre que la transformation du dérivé α en isomère β s'effectue bien lors de l'éthérification. Cette isomérisation porte simplement sur la fonction alcoolique. Ceci est vérifié par ce fait que les thymomenthols α et β donnent tous deux naissance au même acétone : le thymomenthone $C^{10}H^{18}O$. Je reviendrai prochainement sur ce composé.

Les deux thymomenthols possédant trois carbones asymétriques sont vraisemblablement des racémiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane.* Note de MM. **A. Guyot** et **J. Catel**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons fait remarquer, dans un précédent Mémoire publié par l'un de nous en collaboration avec M. A. Haller (1), que le phtalate neutre de méthyle et l'*o*.-benzoylbenzoate de méthyle réagissent d'une façon normale sur le bromure de phénylmagnésium et nous nous sommes réservé l'étude des produits qui prennent naissance dans ces condensations.

Les recherches publiées dans la présente Note ont été effectuées sur les éthers obtenus par éthérification directe des acides en présence d'acide chlorhydrique; mais on sait que l'acide phtalique (2) et l'acide benzoylbenzoïque (3) sont capables de donner dans certaines conditions des éthers isomères des précédents sur lesquels nous avons également étudié l'action des combinaisons organomagnésiennes; cette seconde partie de notre travail n'est pas encore complètement terminée.

Action du bromure de phénylmagnésium sur le phtalate et le benzoylbenzoate de méthyle. — Lorsqu'on fait agir un large excès de bromure de phénylmagnésium sur le phtalate neutre de méthyle ou sur l'*o*.-benzoylbenzoate de méthyle, on obtient dans les deux cas un même composé, bien cristallisé, fondant à 118°, répondant à la formule centésimale $C^{26}H^{20}O^{2}$, que nous considérons comme étant le triphényloxy-$\alpha.\alpha'$-benzo-$\beta.\beta'$-dihydro-$\alpha.\alpha'$-furfurane de constitution suivante :

$$\text{C}_6\text{H}_4\left<\begin{array}{l}\text{C}(\text{C}^6\text{H}^5)^2\\ \quad\ \text{O}\\ \text{C}(\text{OH})\text{C}^6\text{H}^5\end{array}\right>$$

La formule de constitution de ce composé résulte, d'une part, de l'étude de ses dérivés décrits ci-dessus et, d'autre part, de ce fait qu'on peut encore l'obtenir avec d'excellents rendements par condensation du bromure de phénylmagnésium avec la

(1) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 9.
(2) Graebe, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XVI, p. 860.
(3) H. Meyer, *Monatshefte für Chemie*, t. XV, p. 475.

diphénylphtalide :

$$C^6H^4\langle \underset{CO}{\overset{C(C^6H^5)^2}{\diamond}} \rangle O + C^6H^5MgBr = C^6H^4\langle \underset{C(C^6H^5)(OMgBr)}{\overset{C(C^6H^5)^2}{\diamond}} \rangle O \rightarrow C^6H^4\langle \underset{C(C^6H^5)(OH)}{\overset{C(C^6H^5)^2}{\diamond}} \rangle O.$$

Il était à présumer, d'après ce dernier mode de formation, que la diphénylphtalide prend naissance, comme produit intermédiaire, dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur les éthers précédents. Nous avons reconnu l'exactitude de ces prévisions en faisant agir sur ces éthers des quantités insuffisantes de bromure de phénylmagnésium. Dans ces conditions, le phtalate neutre de méthyle nous a donné successivement de l'acide benzoylbenzoïque et de la diphénylphtalide; avec le benzoylbenzoate de méthyle, nous avons obtenu de la diphénylphtalide; mais nous avons isolé en outre, d'une façon constante, de petites quantités de son isomère, l'*o*.-dibenzoylbenzène :

$$C^6H^4 \begin{cases} CO - C^6H^5 \\ CO - C^6H^5. \end{cases}$$

La formation d'*o*.-dibenzoylbenzène est inattendue et ne saurait être attribuée à la présence d'une impureté dans l'éther benzoylbenzoïque mis en œuvre. Nous nous abstiendrons, pour le moment, d'en tirer une conclusion quelconque, au sujet de la constitution probable de l'éther benzoylbenzoïque; nous mentionnerons toutefois que nous avons également observé la formation de dibenzoylbenzène à côté de quantités considérables de diphénylphtalide et d'acide benzoylbenzoïque dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur l'anhydride phtalique.

Étude du triphényloxybenzodihydrofurfurane. — Grâce à la présence d'un hydroxyle carbinolique, le dérivé hydrofurfuranique décrit plus haut se condense facilement avec la diméthylaniline (p. f., 177°), le phénol (p. f., 167°), l'aniline (p. f. vers 200°), et la plupart des phénols et amines aromatiques, en donnant des dérivés du type suivant :

$$C^6H^4\langle \underset{C(C^6H^4-R)(C^6H^5)}{\overset{C(C^6H^5)^2}{\diamond}} \rangle O \quad \text{où} \quad R = -N(CH^3)^2 \quad -NH^2 \quad -OH, \quad \text{etc.}$$

Traité en solution alcoolique par l'amalgame de sodium, le triphényloxybenzodihydrofurfurane fixe 2^{at} d'hydrogène avec rupture du noyau furfuranique et donne

l'o.-benzhydryltriphénylcarbinol :

$$C^6H^4 \langle \begin{matrix} COH \langle \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \\ CHOH-C^6H^5 \end{matrix} \quad \text{(p. f. 150°)}.$$

L'extrême facilité avec laquelle le noyau furfuranique s'ouvre sous l'influence des réducteurs est évidemment due à l'accumulation des radicaux négatifs OH et C^6H^5 sur les atomes de carbone voisins de l'oxygène furfuranique.

Ce dernier composé, traité à son tour en solution acétique par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, perd 1^{mol} d'eau et fournit un composé fondant à 120° et répondant à la formule centésimale $C^{26}H^{20}O$.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la valeur agricole des matières humiques.* Note de M. J. Dumont, présentée par M. Müntz.

On connaît assez mal le rôle alimentaire des composés humiques. Il est démontré, cependant, par des expériences culturales nombreuses, que certains végétaux profitent plus avantageusement des apports de fumier que des fumures essentiellement minérales. J'ai rendu compte, dans une précédente Note (¹), des résultats obtenus par l'emploi des engrais humiques qui accusent, au champ d'expériences de Grignon, une supériorité manifeste. Il m'a paru intéressant de rechercher les causes réelles de cette supériorité. Pour cela, j'ai essayé comparativement l'action des engrais à base d'humus; le fumier de ferme a été employé à des doses variables, tantôt seul, tantôt en mélange avec des engrais humiques et phosphatés.

Voici, pour l'ensemble des cultures, les rendements constatés par hectare :

a. Betteraves à sucre.

	Rendements (en kilogr.).	Excédents (en kilogr.).
Sans engrais	24 250	»
Engrais humique (400^{kg})	26 000	1 750
Engrais humique (200^{kg}) (²)	28 750	5 500

b. Betteraves roses demi-sucrières.

Sans engrais (moyenne de cinq parcelles)	25 160	»
Scories de phosphoration (800^{kg})	26 200	1 040

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1429.

(²) Cette parcelle avait reçu l'année précédente 750^{kg} d'engrais humique complet; elle se ressent de l'arrière-fumure.

	Rendements (en kilogr.).	Excédents (en kilogr.).
Scories (800^{kg}). Engrais humique (600^{kg})	28 600	3 440
Scories (400^{kg}). Fumier (20 000^{kg})	26 800	1 640
Scories (400^{kg}). Fumier (20 000^{kg}). Eng. hum. (300^{kg}).	28 000	2 840
Fumier seul (40 000^{kg})	28 500	3 340
Fumier seul (80 000^{kg})	36 100	10 940

c. Pommes de terre Richter Imperator.

Sans engrais (moyenne de trois parcelles)	25 070	»
Superphosphate minéral (800^{kg})	25 600	530
Super (400^{kg}). Engrais humique (400^{kg})	27 300	2 230
Super (400^{kg}). Fumier (20 000^{kg})	26 700	1 630
Super (400^{kg}). Fumier (20 000^{kg}). Eng. hum. (400^{kg})	32 000	6 930
Fumier seul (40 000^{kg})	30 340	5 270
Fumier seul (80 000^{kg})	33 400	8 330

d. Maïs, fourrage jaune des Landes (au vert).

Sans engrais	50 500	»
Engrais humique (400^{kg})	58 250	7 750

e. Luzerne de Provence (foin sec total).

Sans engrais	7 400	»
Engrais humique (600^{kg})	10 940	3 540

Il convient de remarquer que l'engrais humique agit très favorablement, même quand on l'associe au fumier. Par contre, les phosphates minéraux employés séparément exercent une faible action dans des sols régulièrement fumés depuis 30 ans. L'application des fortes fumures organiques a produit seule des excédents notables de récolte.

Toutefois, l'équivalence des fumures, sous le rapport des rendements, n'est, en aucune façon, subordonnée à la quantité totale des principes fertilisants incorporés à la terre. En prenant pour terme de comparaison la plus faible dose de fumier (20 000^{kg}) et la plus forte dose d'engrais humique (600^{kg}), nous trouvons respectivement :

	Fumier.	Engrais humique.
Azote total	86^{kg}	13,2^{kg}
Acide phosphorique	74,5	17,4
Potasse totale	92,0	34,6
Matières solubles	1225,0	302,4

Les différences sont énormes. Et en admettant même que le tiers des principes apportés par le fumier soit utilisé dès la première année, on ne s'explique pas pourquoi les rendements obtenus avec l'engrais humique se montrent supérieurs. Il est bien manifeste que si la richesse du sol n'intervenait pas, la dose d'engrais serait notoirement insuffisante pour subvenir aux besoins de la végétation. On était donc en droit de supposer que les excédents d'azote, de potasse et d'acide phosphorique du fumier devenaient inutiles, surperflus pour la culture en cours. Une telle hypothèse me paraît téméraire puisque les fumures massives font croître les rendements d'une manière sensible.

L'inégale efficacité du fumier et de l'engrais humique complet dépend plutôt de la constitution différente de la *matière noire*. C'est sur ce point surtout que je voulais appeler l'attention : *la valeur culturale des substances humiques ne saurait être la même dans tous les cas, et c'est moins la richesse globale de la matière noire que sa composition qualitative qui influe sur le rendement des récoltes*. La capacité nitrifiante de l'engrais est incomparablement plus grande; en outre, les composés phospho-humiques, les humates et les humophosphates s'y montrent bien mieux équilibrés et plus actifs.

J'ai étudié, d'autre part, l'action du superphosphate minéral et d'un superphosphate humique préparé en traitant une tourbe calcaire par une solution d'acide phosphorique de titre connu. Je supposais que la suppression du plâtre (le superphosphate humique n'en contenant guère) devait offrir de sérieux avantages au point de vue cultural. Le sulfate de chaux englobe le phosphate monocalcique et s'oppose, par son agglomération ou son état physique, à la dissémination de l'acide phosphorique (¹). Les essais ont été effectués sur une culture de pommes de terre (variété Saucisse); on répandit les engrais au printemps, à des doses égales et à richesse équivalente (²). On obtint, à la récolte, les rendements suivants qui sont rapportés à l'hectare :

(¹) Au moment où j'entrepris cette expérience, on n'avait pas encore démontré l'action retardatrice du plâtre qui se trouve en forte proportion dans les superphosphates ordinaires. Les récents travaux de M. Grégoire, de l'Institut chimique de Gembloux, sont venus depuis confirmer ma supposition.

(²) Pour contrebalancer l'influence des matières azotées de l'humus, la parcelle au superphosphate minéral reçut, en outre, 50^{kg} de nitrate de soude et 50^{kg} de sang desséché.

	Rendements.	Excédents.
Sans engrais	21600 kg	» kg
Superphosphate minéral (800kg)	24000	2400
Superphosphate humique (800kg)	25600	4000

La supériorité du superphosphate humique ressort manifestement de cette expérience; elle doit être attribuée à la dissémination plus facile de l'acide phosphorique, en l'absence du sulfate de chaux, et à la présence de l'humus qui atténue dans une large mesure la rétrogradation.

En résumé, il résulte de nos recherches que les matières humiques, sous certaine forme, possèdent une réelle valeur et peuvent agir sensiblement sur les rendements et parfois même sur la composition des plantes. Déjà, l'an passé, j'avais signalé les changements survenus dans la constitution des betteraves fourragères; le même fait a été observé cette fois pour la variété sucrière expérimentée : les racines récoltées sur la parcelle témoin accusant 16,2 pour 100 du sucre, contre 17,48; en tenant compte des rendements moyens obtenus, la quantité totale de sucre produite à l'hectare passe de 3928kg à 4872kg, soit un excédent de 944kg en faveur des parcelles ayant reçu l'engrais complet.

C'est aux humophosphates, aux composés phospho-humiques que j'attribue surtout ces différences.

ASTRONOMIE. — *Sur le caractère elliptique de la nouvelle comète Borrelly* (*e* 1904). Note de M. G. Fayet, présentée par M. Lœwy.

Cet astre, mesuré pour la première fois le 31 décembre 1904, a cessé d'être visible momentanément à cause de la Lune, dès le 11 janvier de cette année. Bien que les observations obtenues pendant ce court intervalle ne paraissent pas devoir fournir des renseignements bien précis à cause de la petitesse de l'arc parcouru par la comète, on a entrepris néanmoins le calcul, guidé par cette particularité que, dans une première parabole, on avait obtenu des éléments présentant un caractère qui distingue presque toutes les comètes à très courte période : je veux parler de la petitesse de l'inclinaison et de l'élément $\omega = \pi - \Omega$ qu'on avait trouvés respectivement égaux à

$$i = 36^\circ, \qquad \omega = 341^\circ.$$

Les résultats que l'on a obtenus semblent confirmer une fois de plus, l'importance de ce double criterium.

A l'aide des observations du 31 décembre (Kœnigsberg) et 11 janvier (M. Bigourdan, à Paris) comme lieux extrêmes, corrigées préalablement de l'aberration et de la parallaxe, on obtint une première parabole, qui donna la représentation suivante des observations des 5 et 7 janvier obtenues à Marseille et à Besançon :

		$d\lambda$.	$d\beta$.
O — C	5 janvier	$-30'',43$	$-0'',37$
	7 janvier	$-27,61$	$-8,51$

Ces écarts étaient inadmissibles; voulant rechercher s'ils devaient être attribués à un choix défectueux du rapport $M = \frac{\rho_3}{\rho_1}$ des rayons géocentriques extrêmes, pour lequel on avait adopté la valeur $\log M = 0,021726$, on calcula une nouvelle parabole, en attribuant une variation arbitraire de $+0,002$ à ce logarithme; ce nouveau système, résultant de $\log M = 0,023726$, laissa subsister les écarts suivants dans les lieux intermédiaires auxquels on avait joint, pour plus de sécurité, deux observations des 2 et 10 janvier :

		$d\lambda$.	$d\beta$.
O — C	2 janvier	$-38'',91$	$-15'',88$
	5 »	$-66,39$	$-29,48$
	7 »	$-59,94$	$-35,35$
	10 »	$-14,18$	$-6,04$

On se rendit compte, en discutant ces deux premiers systèmes, qu'aucune parabole ne pourrait fournir une représentation satisfaisante des observations.

Calculant alors une troisième orbite sans faire d'hypothèse sur l'excentricité, et rapprochant les résultats qu'elle fournit avec ceux qu'avaient donnés les deux paraboles, on fit une première application de la méthode de la variation des distances; on trouva ainsi comme valeurs les plus probables

$$\log \rho_1 = 9,968814, \qquad \log \rho_3 = 9,990436.$$

La quatrième orbite déduite de ces résultats fut l'ellipse suivante :

T = 1905, janvier 16,90118.
T. m. de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 76^\circ.53'.53'',22 \\ i &= 30.24.49,18 \\ \omega &= 352.25.16,76 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$\log q = 0,143651$

$\log e = 9,779750$

	O — C. $d\lambda$.	O — C. $d\beta$.
Janvier 2...	$-0'',98$	$+2'',60$
» 5...	$+1,55$	$+1,13$
» 7...	$+2,74$	$-6,03$
» 10...	$+7,08$	$+3,22$

Cette orbite, qui mettait nettement en évidence une courte période (environ 6 ans), donnait déjà une représentation meilleure; il parut néanmoins, suivant le conseil que voulut bien nous donner M. le Directeur de l'Observatoire, qu'il y aurait possibilité de l'améliorer encore.

Prenant alors comme nouveau point de départ cette ellipse et utilisant les systèmes précédents, on fit une nouvelle approximation de la méthode de la variation des distances.

Traitant les huit équations que l'on obtint par la méthode des moindres carrés, on fut conduit à prendre pour nouvelles valeurs

$$\log \rho_1 = 9{,}979742, \qquad \log \rho_3 = 0{,}001234.$$

La cinquième et dernière orbite déduite de ces derniers nombres a été la suivante :

T = 1905, janvier 15,77425.
T. m. de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 76^\circ\, 6'\, 43'',97 \\ i &= 30.55.21,25 \\ \omega &= 351.35.27,11 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 0{,}149236$$
$$\log e = 9{,}818195$$

	O – C. $d\lambda$.	O – C. $d\beta$.
Janvier 2...	$-0'',33$	$+3'',05$
» 5...	$-1,06$	$+2,70$
» 7...	$+1,21$	$-4,61$
» 10...	$+6,09$	$+3,66$

Les écarts paraissent maintenant assez satisfaisants.

On est donc amené à conclure, malgré l'incertitude tenant nécessairement à la petitesse de l'arc dont on disposait, que l'on est en présence d'une comète très intéressante, puisque les éléments qui précèdent donnent

$$\mu = 423'',915,$$

c'est-à-dire une durée de révolution d'environ 8 ans.

Parmi tous les astres déjà apparus, la comète 1783 paraît être celle qui présente le plus de ressemblance avec la comète actuelle.

Nous donnons ci-dessous le Tableau comparatif de leurs éléments :

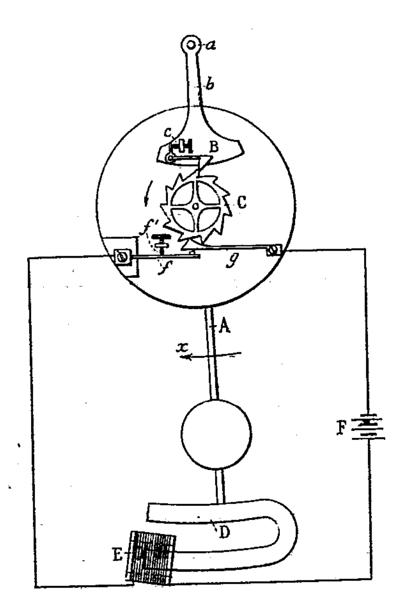
	Comète 1783.		Comète (e 1904).	
Ω..........	57°	1900,0	76°7′	1905,0
i..........	45°	1900,0	30°55′	1905,0
ω..........	355°	1900,0	351°35′	1905,0
$\log q$.......	0,1641		0,14924	
$\log e$.......	0,5525		0,65796	

CHRONOMÉTRIE. — *Pendule électrique à échappement libre.* Note de M. CH. FÉRY, présentée par M. Lœwy.

Description. — L'horloge que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui se compose d'un balancier moteur qui fait progresser d'une dent, à chaque oscillation complète, la roue d'échappement C d'une minuterie ordinaire.

Lorsque le pendule oscille dans le sens de la flèche, le rochet B, porté par une fourchette *b*, ou fixé directement à la tige du pendule, fait avancer la dent avec laquelle il est en prise; ce mouvement est terminé et limité par le ressort sautoir *g*.

Ce dernier ressort est disposé de manière à produire la restitution, en



lançant dans la bobine E le courant de la pile F. La durée du contact est réglée par la vis *f'* qui commande le ressort *f*, et le courant de la pile circule dans la bobine de manière à produire l'attraction de l'aimant D constituant une partie de la masse pendulaire.

Au retour, c'est-à-dire lorsque le balancier se déplace en sens inverse de la flèche x, le rochet B est simplement soulevé, la roue d'échappement étant maintenue en place par le sautoir *g*.

Propriétés de cet échappement. — L'échappement ainsi décrit est *complè-*

tement analogue à l'échappement dit à détente employé dans les chronomètres de marine. Le pendule commandé de cette façon possède une amplitude de réglage, ainsi que je l'ai démontré pour l'échappement de Graham [1].

Supposons en effet que la restitution ait lieu dans la verticale; son action sera nulle sur la marche, mais le dégagement qui la précède et qui est une action *ralentissante*, se produisant avant la verticale, tendra à donner du retard aux petits arcs.

Supposons au contraire que le dégagement ait lieu exactement dans la verticale; l'impulsion qui se produit plus tard tendra encore à faire retarder aux petits arcs; le sens de cet effet est donc *indépendant du réglage*.

L'expérience a pleinement vérifié cette manière de voir; voici les marches obtenues en faisant varier l'amplitude d'une pendule à demi-secondes de ce système :

Amplitude. mm	Marche diurne. sec.
10	—100
15	— 25
20	— 8
25	+ 1
30	— 1
35	— 15

Ces variations d'amplitude étaient obtenues en insérant des résistances dans le circuit de la pile, mais des résultats analogues peuvent être observés en agissant sur l'amplitude par tout autre moyen (freinage d'un des mobiles de la minuterie, ou amortissement par une lame de mica fixée au balancier).

Cette perturbation heureuse s'ajoutant au défaut d'isochronisme naturel a d'ailleurs déjà été signalée dans les chronomètres de marine.

Fonctionnement électrique. — L'ensemble de la bobine et de l'aimant de ce système constitue un moteur magnéto-électrique dont le rendement, malgré sa faible puissance (2 à 3 gr.-millim. par seconde), est d'environ 70 pour 100.

Des mesures directes montrent que la force contre-électromotrice développée à l'amplitude normale est de $0^{volt},75$, lorsque la pile qui actionne le système est de $1^{volt},09$ (élément du chlorure d'argent).

---

(1) *Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques* (*Comptes rendus*, séance du 9 janvier 1905).

Ceci explique la faible dépense de l'appareil, *inférieure à 0,5 watt par an*. Les variations diurnes d'une pendule à demi-secondes, entretenue par une pile étalon suffisante pour fournir ce faible débit, sont inférieures à $0^s,3$.

MINÉRALOGIE. — *Sur les azotates de potasse et d'ammoniaque, et sur la loi de Bravais*. Note de M. **Frédéric Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

Quand un corps dimorphe passe par la température de transformation sans que celle-ci se produise, on admet que le corps, à l'état de surchauffe ou de surfusion cristalline, possède les mêmes propriétés qu'aux températures où il est stable. Les azotates de potasse et d'ammoniaque nous montrent que les choses ne sont pas toujours aussi simples.

L'azotate de potasse, orthorhombique à la température ordinaire, passe à une modification rhomboédrique α à la température de 129°. Mais si l'on part des cristaux rhomboédriques et si on les laisse refroidir, la surfusion a presque toujours lieu, et dans cet état instable les cristaux se transforment brusquement en une modification nouvelle β, également rhomboédrique, en relation immédiate de structure avec les cristaux α. Les sections perpendiculaires sur l'axe optique dans les uns restent perpendiculaires sur cet axe dans les autres, et c'est seulement sur les sections obliques que l'on peut constater le changement brusque de biréfringence, dénotant un changement de structure. Le phénomène est réversible, mais bien entendu la modification β ne peut être observée en partant de la forme orthorhombique, qui passe directement à la forme α.

Il existe entre les modifications α et β un rapport analogue à celui qui relie les deux formes du quartz, qui, comme l'ont montré MM. Mallard et Le Chatelier, se transforme à 570°, tout en restant uniaxe et en conservant son orientation.

Les cristaux β se maclent sous l'influence d'actions mécaniques suivant les trois faces d'un rhomboèdre et, par suite, il y a tout lieu de les assimiler à la modification rhomboédrique de l'azotate de soude, qui jouit au plus haut point de cette propriété.

De son côté, l'azotate d'ammoniaque fondu cristallise en cubes qui par refroidissement se transforment en cristaux uniaxes, que M. Wyrouboff considère comme quadratiques par analogie avec les cristaux de chlorate

d'argent. Il est possible de démontrer le bien fondé de cette assimilation, car si l'on agit mécaniquement sur une section d'azotate perpendiculaire à l'axe optique, on détermine quatre systèmes de macles orientés à 90°, comme les quatre plans b^1 d'un cristal quadratique. A 82° ces cristaux quadratiques passent, en se dilatant fortement, à une modification orthorhombique, qui elle-même. par refroidissement, donne naissance à la modification ordinaire. Or, si à 82° on empêche les cristaux quadratiques de se dilater, ils passent directement à la forme ordinaire, qui se trouve à l'état de surchauffe cristalline. Elle présente alors des macles que l'on n'a jamais observées jusqu'ici : d'une part elle possède deux plans de macle sensiblement à 90°, remplaçant les plans de symétrie *m* de la modification quadratique; d'autre part elle présente les mêmes plans de macle b^1 que cette dernière. De plus, si l'on refroidit notablement les cristaux de cette modification, on détermine des clivages excessivement faciles, faisant entre eux un angle voisin de 120° et passant par la bissectrice obtuse des axes optiques; ces plans de clivages sont également des plans de macles. Si le refroidissement s'accentue, les cristaux deviennent rhomboédriques, l'axe optique coïncidant avec la bissectrice obtuse. L'azotate d'ammoniaque est donc quasi ternaire comme l'azotate de potasse, qui possède également des clivages et des macles à 120°. Pour orienter les cristaux parallèlement, il faut faire coïncider les plans des axes optiques, la bissectrice aiguë de l'un coïncidant avec la bissectrice obtuse de l'autre. Ils ont alors sensiblement les mêmes paramètres. D'ailleurs les deux substances peuvent se mélanger pour cristalliser, et il en résulte dans leurs propriétés optiques des modifications faciles à prévoir, mais dont je n'ai pas à parler ici.

Voilà donc deux corps, qui ont la plus grande analogie au point de vue de leurs propriétés chimiques et physiques, qui d'après ces propriétés doivent avoir des formes primitives très voisines, et cependant, quand on les fait cristalliser à la température ordinaire, aucune des faces de l'un ne se retrouve sur l'autre. On devrait donc, si on voulait appliquer la loi de Bravais dans le sens absolu qu'on lui a attribué dernièrement, leur donner des formes primitives différentes : pour satisfaire à une loi empirique, il faudrait se mettre en contradiction avec l'ensemble des propriétés. D'autres cas analogues peuvent être cités : dès 1860, par une série d'exemples, v. Hauer montrait que, dans des corps isomorphes, la prépondérance n'appartenait pas toujours aux mêmes faces. A la même époque, on signalait ce fait que les clivages pouvaient être différents, soit comme facilité, soit comme orientation, dans des corps isomorphes. Dans bien des

cas, les faces parallèles à des clivages faciles n'ont jamais été observées, ou ne l'ont été que très exceptionnellement. D'ailleurs l'azotate d'ammoniaque nous montre que les clivages sont sous la dépendance des conditions extérieures, puisque l'abaissement de température en fait apparaître de nouveaux.

D'ailleurs, d'une façon générale, la nature des faces est sous la dépendance immédiate des conditions de cristallisation ; or pour un grand nombre d'espèces minérales, tous les cristaux connus se sont produits dans les mêmes conditions et il est bien certain que, si l'on arrivait à modifier ces dernières, on produirait de nouvelles faces, ce qui conduirait à modifier la notation des faces actuellement connues. Les quelques cas réalisés de reproductions artificielles sont là pour nous montrer le bien fondé de cette observation.

De ces faits et de ces remarques il résulte que si, comme l'ont montré Bravais et Mallard, les lois d'Haüy et de Bravais, sur la simplicité des caractéristiques et la grandeur des mailles des faces, se trouvent fréquemment réalisées, il n'en est pas moins vrai que ces lois n'ont rien d'absolu; que les faces à caractéristiques élevées peuvent se produire, non accidentellement, mais normalement si les conditions de cristallisation leur sont favorables; que les faces se produisant le plus fréquemment dans des conditions déterminées ne sont pas forcément les faces ayant les plus petites caractéristiques, les plus petites mailles. Par conséquent, les lois de Haüy et de Bravais, qui ne font intervenir qu'un élément de la structure des corps cristallisés, sont impuissantes dans bien des cas à nous révéler la véritable nature du réseau.

On paraît d'ailleurs oublier que M. Brillouin, analysant les conditions de stabilité des faces cristallines, a été amené à formuler la loi suivante : « Les faces cristallines peuvent être étendues lorsque les nœuds d'un plan réticulaire parallèle à la face sont distribués d'une manière à peu près symétrique par rapport à la normale passant par un nœud du plan réticulaire limitrophe. » La considération des formes cristallines à mériédrie restreinte m'avait d'ailleurs amené à reconnaître que les faces les plus fréquentes sont perpendiculaires sur les éléments de symétrie. Mais bien entendu la loi de M. Brillouin, pas plus que celles de Haüy et de Bravais, n'a rien d'absolu, puisqu'elle ne tient pas compte du milieu extérieur.

GÉOLOGIE. — *Le bassin houiller de la Lorraine française.* Note de M. **Francis Laur.**

Comme suite à notre première Communication nous dirons qu'il résulte des travaux de sondage entrepris déjà sur plusieurs points à Eply, à Lesmenil, à Pont-à-Mousson, à Four-à-Chaux, etc. (c'est-à-dire aux environs de l'axe de *Sarrebruck-Pont-à-Mousson* déterminé par nous en 1900) que les terrains traversés pour arriver au Houiller sont d'une remarquable régularité. Nous allons donner une idée de leur succession et de leur puissance.

Le Keuper supérieur n'a que quelques mètres; le Keuper moyen est l'étage principal, il a 160^m environ, le Keuper inférieur a 25^m à 30^m. L'étage entier atteint à peine la puissance de 200^m environ, il est traversé avec la plus grande facilité par les instruments de sondage, notamment par ceux dérivés du système Fauvel qui emploie simultanément le trépan et l'injection d'eau.

Le Mushelkalk est peu puissant. L'étage supérieur a 50^m, le moyen 70^m, et l'inférieur 40^m; en tout 160^m environ. Cet étage est traversé assez facilement aussi.

Le Grès bigarré n'a qu'une faible importance, 65^m à 70^m environ de puissance totale. C'est cet étage qui donne les venues d'eau jaillissantes au sol. Leur débit est plus ou moins grand selon les emplacements.

Le Grès des Vosges est l'étage le plus important, il dépasse 230^m et est particulièrement homogène. Enfin, il y a entre les grès des Vosges et le terrain houiller, suivant les positions, de petites intercalations de roches rouges représentant une pellicule de Permien, mais on peut dire qu'il est en général ou supprimé ou peu puissant, sauf peut-être au nord du bassin, vers Lesmenil, où il commence à apparaître avec des conglomérats dangereux pour les sondeurs.

En résumé, la coupe moyenne des sondages exécutés jusqu'à ce jour donne :

Keuper	260^m	
Mushelkalk	170	
Grès bigarré	70	690^m
Grès des Vosges	230	
Permien	10	
Houiller (Westphalien)	»	

Aucun de ces terrains ne présente de difficultés réelles pour le sondage.

La faible profondeur d'environ 700^m à laquelle se présente le terrain houiller met en lumière un phénomène d'arasement colossal, après la

période permienne, sur une surface encore indéterminée, mais assurément énorme, car la profondeur du terrain houiller est à peu près la même en allant vers Sarrebruck (Faulquemont, 740^m), à 30^{km} au nord-est de Pont-à-Mousson (en Lorraine annexée).

Dix-huit sondages sont en voie d'exécution, treize Sociétés anonymes sont formées; 4 millions sont souscrits. Tout cela témoigne de l'ardeur apportée à la recherche de la solution du problème de la houille en Lorraine française.

GÉOLOGIE. — *Sur le niveau diatomifère du ravin des Égravats, près le mont Dore (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Lauby**, présentée par M. Michel Lévy.

La florule diatomique du dépôt du ravin des Égravats nous était en partie connue par l'examen d'un échantillon trouvé sous une dénomination géologique fausse (*psammite*) dans les collections Bouillet. L'étude de ce fragment par Frère Héribaud [1] a fait connaître l'existence dans ce gisement de vingt-trois espèces de Diatomées.

Étant données l'absence d'indications précises sur la situation stratigraphique de ce niveau, la valeur paléontologique relative du nombre restreint d'espèces provenant d'un seul échantillon, il était à supposer qu'une étude méthodique de ce ravin serait fructueuse. Je l'ai entreprise les 3 et 27 juillet 1904.

Malgré certains points d'accès difficile, j'ai pu suivre le torrent sur toute l'étendue de ce ravin et relever la coupe géologique ci-après qui débute à la cote 1290, point supérieur des éboulis sur les pentes; on remarque successivement : cinérites à blocs, 13^m; brèche cinéritique, 8^m; sable, 3^m,50; lignite terreux, 0^m,50; cinérite à blocs, 1^m,50; brèche cinéritique, 4^m; andésite inférieure, 13^m; argile à Diatomées, 3^m,50; lignite, 0^m,35; argile, 0^m,25; brèche, 1^m,50; éboulis, 8^m; brèche, 0^m,50; argile, 2^m,50; cinérite fine, 2^m; éboulis, 1^m; cinérite fine, 2^m; andésite, 1^m,50; cinérite à fragments de trachyte, 58^m; trachyte à grands cristaux, 30^m; andésite supérieure.

Le dépôt diatomifère se trouve à l'altitude de 1342^m; c'est le plus élevé des gisements connus du Massif Central. Par sa couleur, il peut se différencier en trois couches : une inférieure, grise, de 1^m,50 de puissance, pauvre en frustules; une moyenne, blanche, de 1^m,50 d'épaisseur, très riche en Diatomées; une supérieure, gris pâle, de 0^m,50, contenant moins de carapaces siliceuses que la précédente.

---

(1) *Diatomées fossiles d'Auvergne*, premier Mémoire, 1902, p. 26; second Mémoire, 1903, p. 128.

A leur point d'affleurement (visible seulement dans le ravin) les couches sont horizontales en stratification parfaitement concordante. Je n'ai pas constaté dans ce dépôt l'existence de feuilles appartenant à des végétaux mono ou dicotylédonés.

L'étude des diverses zones de ce niveau a été faite à l'aide de nombreuses préparations provenant d'échantillons pris de 10cm en 10cm de la base au sommet de chaque couche; et, à la surface des petites tranches ainsi obtenues, par des prises faites au centre et aux extrémités de chacune d'elles.

Dans l'ensemble de ce gisement les Diatomées sont généralement entières, sauf quelques grandes espèces qui parfois sont cassées.

J'ai observé dans ce dépôt *cent six* espèces ou variétés appartenant aux genres : *Achnanthes, Amphora, Cocconeis, Cymatopleura, Cymbella, Diatoma, Encyonema, Epithemia, Eunotia, Fragilaria, Gomphonema, Grunowia. Hantzschia, Melorisa, Meridion, Navicula, Nitzchia, Opephora, Rhoicosphenia, Stauroneis, Surirella, Synedra, Tetracyclus, Van-Heurckia.*

Dans ce nombre, 23 espèces n'ont pas été retrouvées à l'état vivant dans le Massif Central, 54 existent à l'heure actuelle dans nos eaux; 18 actuellement vivantes n'avaient pas été signalées à l'état fossile; enfin j'ai pu décrire 11 *espèces ou variétés nouvelles*. Il est à noter que cette florule renferme 6 espèces saumâtres et 3 *espèces marines*.

Je considère ce dépôt comme étant en place parce que sa stratigraphie indique des couches non remaniées et que les espèces fossiles n'y sont pas fragmentées.

Dès lors l'épaisseur de ses couches nous fait entrevoir une longue période d'accalmie durant laquelle l'activité volcanique aurait cessé de se manifester.

Les espèces fossiles de ce niveau se retrouvent dans d'autres dépôts bien datés; quelques-unes sont signalées dès le Miocène supérieur; mais c'est au Pliocène inférieur que ces Algues ont eu leur plus grand épanouissement, un très petit nombre d'entre elles ont survécu jusqu'à l'époque pliocène supérieure.

Cette donnée confirme ce que la Géologie nous enseigne, c'est-à-dire que certaines cinérites et andésites (?) de cette région ont été épanchées dès l'aurore du Pliocène, ou au Miocène tout à fait supérieur.

Quant à la présence des espèces saumâtres et marines, je me propose de faire connaître les causes et les conséquences de leur présence dans les eaux tertiaires qui ont déposé les argiles du ravin des Égravats.

BOTANIQUE. — *Sur la biologie et l'anatomie des suçoirs de l'*Osyris alba. Note de M. **A. Fraysse**, présentée par M. Bornet.

Le parasitisme de l'*Osyris alba* a été signalé par Planchon en 1858. Depuis cette époque, Chatin, MM. de Solms-Laubach, Granel se sont occupés sommairement de l'anatomie ou de l'origine probable des suçoirs. La pénurie des faits concernant la biologie générale de cette Santalacée et son abondance dans la région méditerranéenne m'ont conduit à faire une étude plus complète de cette plante. La présente Note a pour objet de faire connaître les principales conclusions biologiques et anatomiques auxquelles je suis arrivé.

A. Biologie générale : 1° L'*O. alba* ne présente d'aptitude particulière ni pour un terrain déterminé, ni pour un hôte spécial; partout il végète avec la même facilité en se fixant à l'aide de nombreux suçoirs sur les racines ou rhizomes qu'il peut atteindre.

2° Les suçoirs s'observent à une profondeur qui varie entre 5^{cm} et 20^{cm}. Les plus superficiels sont souvent les plus développés.

3° Ils se développent en toute saison; cependant on les rencontre plus nombreux en septembre et octobre, après que la plante a fleuri et mûri ses graines.

4° Leur durée est liée à la nature de l'organe qu'ils pénètrent.

5° Les Légumineuses à nodosités bactériennes (*Coronilla glauca*) sont envahies de préférence. Les suçoirs y sont plus nombreux et placés à la base des racines.

6° Les plantes à mycorhizes sont également très favorables à l'installation de l'*O. alba*.

7° En général, les végétaux qui croissent dans les stations riches en humus sont de même facilement attaqués.

B. Développement. — 1° Le suçoir atteint toujours un assez grand volume avant de perforer les tissus de l'hôte. C'est, tout d'abord, un présuçoir d'une structure très simple. Une coupe, passant par son axe, montre un parenchyme homogène périphérique, à l'intérieur un second parenchyme à éléments plus petits, plus allongés dans le sens axial, au centre, un noyau de méristème très actif divisé en deux régions symétriques par l'orientation différente des éléments constitutifs.

2° A un état plus avancé, le suçoir est plus volumineux et plus étendu par sa base; l'hôte est pénétré en un point correspondant à l'axe du mamelon; de part et d'autre, des régions de faible croissance se séparent légèrement de l'organe hospitalier,

3° Le sommet du noyau méristématique devient le pôle d'épanouissement des vaisseaux.

4° Des trachéides se différencient de très bonne heure dans la racine du parasite et dans son voisinage pour arriver plus tard jusqu'à l'hôte. (*Dans aucun cas, ils n'arrivent à la base du suçoir avant la perforation de l'hôte*).

5° La résistance opposée par les tissus attaqués à la pénétration du cône haustorial détermine la formation d'une zone mécanique écrasée.

C. Anatomie. — 1° Tous les suçoirs peuvent être ramenés à deux formes essentielles déterminées par la structure anatomique de l'hôte. La première réduite à un mamelon parenchymateux avec son système d'irrigation, plus un cône de pénétration. La seconde présentant plusieurs mamelons successifs, superposés, distincts et un cône de pénétration : *Suçoir simple* et *suçoir composé*. Cette dernière forme s'observe toutes les fois que les tissus de l'hôte sont très difficiles à perforer (*rhizome de Carex, de Triticum,* etc.).

2° Quelle qu'en soit la forme, l'anatomie générale est la même. Une coupe passant par l'axe du suçoir montre les tissus suivants :

a. Assise ou zone subéreuse entourant le mamelon ainsi que la racine du parasite qui lui a donné naissance;

b. Parenchyme de réserve à éléments ponctués, grands, avec méats et cellules sécrétrices à oxalate de calcium de forme et de structure déterminées (*Ce sel ne se rencontre pas dans les suçoirs jeunes*);

c. Zone écrasée ayant une position constante et se terminant toujours au pôle d'épanouissement des vaisseaux;

d. Seconde zone de parenchyme conduisant à une espèce de tissu palissadique rappelant le liber et en relation avec le liber du parasite;

e. Méristème aux dépens duquel se différencient les vaisseaux;

f. Appareil conducteur : trachées et trachéides;

g. Région centrale formée d'un noyau de cellules allongées dans le sens axial. Elles étaient primitivement obliques;

h. Zone de soudure péridermique se confondant avec les tissus de l'hôte ;

i. Assise basilaire absorbante, à membranes partiellement lignifiées. Les cellules de cette assise sont très allongées et rappellent par leur forme les poils absorbants. Leur longueur est déterminée par la nature des tissus attaqués;

j. Autour de la racine parasite, entre elle et les vaisseaux, autour du mamelon, plusieurs rangées de cellules à membranes colorées (*phlobaphènes*).

3° Les suçoirs composés correspondent morphologiquement à une succession de suçoirs simples. On y remarque autant de zones de tissu écrasé que de cônes emboîtés, et toutes convergent vers le même point qui est le pôle d'épanouissement de l'appareil irrigateur.

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie des Cestodes.* Note de MM. **L. Jammes** et **H. Mandoul**, présentée par M. Alfred Giard.

Les variations d'intensité du pouvoir bactéricide des sucs helminthiques que nous avions déjà signalées ([1]) ne semblent pas tenir, exclusivement,

([1]) *Comptes rendus,* 25 juillet 1904.

au mode de préparation des extraits. Nous sommes enclins à admettre que l'étendue de ce pouvoir n'est pas la même chez les différents Tænias.

Pour une même espèce de Tænia, l'intensité du pouvoir bactéricide paraît être en rapport avec le degré de concentration de l'extrait. Ce pouvoir reste appréciable dans des dilutions étendues de bouillon ou de sérum artificiel.

Enfin, l'intensité de ce pouvoir varie selon les microbes. Dans l'ordre de sensibilité décroissante se rangent, d'abord, le vibrion cholérique et le bacille typhique, puis le colibacille, enfin les microbes sporulés (*subtilis, mesentericus*).

Le pouvoir bactéricide ne constitue pas un fait exceptionnel donnant un monopole exclusif au Cestode. Les recherches récentes de Delezenne et Nicolle montrent, en effet, qu'une action bactéricide se manifeste, normalement, dans l'intestin grêle; cette dernière apparaissant comme une propriété du mélange des sucs pancréatique et intestinal. Les résistances microbiennes observées par ces auteurs forment une échelle superposable à celle que nous avons dressée par l'emploi des sucs helminthiques : le vibrion cholérique est le plus sensible, le bacille typhique vient ensuite, le colibacille n'est que faiblement détruit.

On peut poursuivre le parallélisme entre les fonctions du Cestode et celles de l'intestin grêle. Les travaux de Weinland, Dastre et Stassano montrent, des deux côtés, une analogie étroite entre les moyens de défense contre l'action dissolvante des sucs digestifs : les Helminthes et la paroi intestinale se défendent de la même manière en sécrétant une kinase.

Le Cestode et l'intestin se conduisent donc de façon semblable vis-à-vis des microbes et des sucs digestifs; ils ont, pour se protéger contre chacun de ces agents nocifs, les mêmes moyens de défense.

Enfin, le Tænia absorbe, comme la paroi digestive, par sa surface entière, les produits élaborés de la nutrition.

La convergence des fonctions du Tænia et celles de la paroi digestive de l'hôte paraît être le résultat d'une adaptation de plus en plus étroite du premier à la vie intra-intestinale. Cette adaptation a certainement, chez le Cestode, une part d'influence dans l'atrophie du tube digestif, la perforation de la cuticule et le transfert des fonctions digestives à la surface du corps. Comme conséquence de ces phénomènes, le parasite fait sienne la cavité digestive de l'hôte et y fonctionne parallèlement à la paroi intestinale; il y exerce ses fonctions d'absorption tout en déployant ses moyens de défense, notamment le pouvoir bactéricide.

Ces considérations nous conduisent à interpréter d'une façon simple l'action bienfaisante, spéciale, que peut exercer le *Tœnia* sur l'hôte : ce ver apporte des moyens de défense propres qui s'ajoutent à ceux de l'hôte. Il est possible que, dans certains cas, ce dernier tire avantage d'un tel appoint.

En même temps qu'elles permettent de comprendre l'existence du pouvoir bactéricide chez les Cestodes, les considérations précédentes expliquent peut-être son absence chez les Nématodes. Les premiers sont revêtus d'une cuticule perforée, permettant l'absorption, mais impropre à assurer une protection efficace; le pouvoir bactéricide apparaît comme un mode de protection compensant l'action insuffisante de la cuticule. Les seconds sont recouverts d'une cuticule continue et manquent, ainsi que nous l'avons montré ailleurs, de pouvoir bactéricide. N'y a-t-il, dans ces remplacements, qu'une simple coïncidence; est-il permis d'y voir une relation de cause à effet?

BACTÉRIOLOGIE. — *Action du magnésium et de la magnésie sur les microbes.* Note de M. F. **Dienert**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, 16 mars 1903) nous avons signalé que le zinc ainsi que l'oxyde de zinc sont capables de tuer les bacilles qu'on rencontre dans les eaux si le contact entre le métal, ou son oxyde, et les microbes est intime et suffisamment prolongé.

Nous avons continué cette étude en nous adressant à un métal très voisin du zinc par ses propriétés chimiques, le magnésium. Nos études n'ont surtout porté que sur deux espèces de microbes, le *b.* d'Eberth (¹) et le *b. coli communis,* qui nous intéressaient tout particulièrement.

Voici comment nous avons opéré :

On cultive ces microbes dans 10^{cm^3} de bouillon de veau peptonisé. Au bout de trois jours on centrifuge ces cultures, on décante le bouillon surnageant, on lave le résidu microbien avec de l'eau stérile et ce sont ces microbes lavés qu'on met en suspension dans 10^{cm^3} d'eau distillée.

Si à ce mélange d'eau et de microbes on ajoute du magnésium (le plus pur possible,

(¹) Les variétés de *b.* d'Eberth et de *b. coli* provenaient de la collection de l'Institut Pasteur et nous avaient été très obligeamment fournies par M. le Dr Binot, que nous remercions ici.

mais l'on sait combien ce métal est difficile à purifier) les bactéries sont mortes après deux ou trois jours.

On sait qu'en présence de l'eau le magnésium réagit selon l'égalité suivante :

$$(1) \qquad Mg + 2H^2O = Mg(OH)^2 + H^2,$$

égalité qui semble indiquer que c'est en réalité la magnésie qui aseptise le milieu; conclusion qui demande a être vérifiée à cause de la pureté relative du métal employé.

Quand au mélange eau + microbes on ajoute de la magnésie pure (provenant de la calcination du nitrate de magnésium pur) les bactéries ne sont *jamais* tuées au bout de quelques jours. La magnésie n'a cependant pas été inactive, car, si l'on ensemence le mélange eau + microbes traité par la magnésie, dans du bouillon, le développement est plus lent que si l'on ensemence le mélange eau + microbes non traité par la magnésie.

Pour obtenir la destruction de ces microbes en deux ou trois jours, il faut mettre le mélange eau + microbes + magnésie en présence d'hydrogène, c'est-à-dire rétablir les conditions réalisées par l'égalité (1). De ces expériences on peut conclure que le magnésium, comme le zinc, jouit de propriétés antiseptiques dans certaines conditions.

Il était nécessaire d'élucider cette action de l'hydrogène (on emploie de l'hydrogène préparé par l'action de HCl pur sur du zinc pur exempt d'arsenic et purifié par le sulfate de plomb, le nitrate d'argent et une colonne de cuivre chauffée au rouge). Quand, dans ces expériences, on remplace l'hydrogène par l'acide carboniqne, il se forme du carbonate de magnésie, lequel n'a aucune action antiseptique, même en présence de l'hydrogène (toutefois, comme avec la magnésie, le développement des cultures traitées par le carbonate de magnésie est en retard sur celui des cultures non traitées).

Quand on fait le vide au-dessus du mélange eau + microbes + $Mg(OH)^2$, l'action antiseptique de cet oxyde reparaît.

Il suffit donc d'éliminer l'oxygène de l'air, soit en faisant le vide, soit en le chassant par un courant d'hydrogène, pour voir réapparaître l'action antiseptique de la magnésie. L'oxygène n'ayant aucune action sur cet oxyde, il faut bien admettre que ce gaz rend ces microbes plus résistants à l'action de la magnésie par un mécanisme difficile à connaître.

Pour expliquer cette action on peut faire l'hypothèse suivante : Ces mi-

crobes se combinent à la magnésie et aux sels de magnésie (comme semblent l'indiquer les retards dans les ensemencements signalés plus haut), mais la combinaison avec la magnésie est seule nocive (probablement par suite de la présence des oxhydriles OH). Sous l'influence de l'oxygène il se produit une oxydation dans l'intérieur des microbes et production d'acide, d'où formation de sels non nocifs (c'est-à-dire disparition des oxhydriles OH).

Nous avons déjà essayé l'action de la magnésie en présence de l'hydrogène, sur les bactéries banales de l'eau. On n'obtient, après cette action, qu'un retard dans le développement des ensemencements sur bouillon de veau, mais aucune action antiseptique.

M. G.-T. Bennett adresse à l'Académie une lettre dans laquelle il fait ressortir qu'un théorème relatif à la transformation d'un mouvement de rotation autour d'un axe en un mouvement de rotation autour d'un autre axe, signalé à la page 1068 du Tome CXXXIX des *Comptes rendus* et attribué à M. Borel, a été publié par lui une année auparavant, le 4 décembre 1903, à la page 777 de la Revue *Engineering*.

M. Alfred Brust adresse une Note ayant pour titre : *De l'application des ondes électriques hertziennes pour éviter les abordages de la mer.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 janvier 1905.

Cours de la Faculté des Sciences de Paris. *Traité d'Analyse,* par Émile Picard, Membre de l'Institut; 2e édition, t. II : *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. Introduction à la théorie des équations différentielles, intégrales abéliennes et surfaces de Riemann.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Université de Paris. Fondation R. Bischoffsheim. *Annales de l'Observatoire de*

Nice, travaux exécutés sous la direction de M. J. PERROTIN, Correspondant de l'Institut; t. VIII, IX, X. Paris, Gauthier-Villars, 1904-1905; 3 vol. in-4°. (Présentés par M. le général Bassot.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD. Fasc. XXVIII : *Méduses provenant des campagnes des yachts « Hirondelle » et « Princesse-Alice »,* 1886-1903, par OTTO MAAS; avec six planches. Imprimerie de Monaco, 1904. (Présenté en hommage par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Cours de Chimie à l'usage des étudiants du P. C. N., par R. DE FORCRAND, Correspondant de l'Institut, t. II : *Chimie organique. Chimie analytique.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité des maladies des vins : description, étude, traitement, par LUCIEN SEMICHON, avec une préface par U. GAYON, Correspondant de l'Institut; avec 13 pl. h. t. et 116 fig. Montpellier, Coulet et fils; Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Müntz. Hommage de l'auteur.)

Beziehungen des Du Bois-Reymondschen Mittelwertsatzes zur Ovaltheorie; eine mathematische Studie von HERMANN BRUNN. Berlin, Georg Reimer, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Poincaré. Hommage de l'auteur.)

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille, t. XIV. Mémoires I-IV. Paris, G. Masson, 1905; 1 vol. in-4°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Tome CXXXIX, séance du 26 décembre 1904.)

Note de M. le Général *de Lamothe,* Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger :

Page 1235, ligne 13, *au lieu de* sept, *lisez* huit.

N° 4.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 23 janvier 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Berthelot. — Nouvelles recherches sur les altérations séculaires des substances hydrocarbonées d'origine organique 177

M. Berthelot. — Quelques métaux trouvés dans les fouilles archéologiques en Égypte. 183

M. Henri Moissan. — Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification 185

MM. Lœwy et Puiseux. — Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète 192

M. Bassot. — Présentation de trois Volumes des *Annales de l'Observatoire de Nice*.. 198

M. J. Janssen. — Sur une récente ascension au Vésuve 200

M. Considère. — Calcul des ponts en arc et des ponts suspendus 202

M. G. Rayet. — Observations de la comète Borrelly (1904 *e*), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty* 206

M. Émile Picard présente la seconde édition du Tome II de son « Traité d'Analyse »... 207

S. A. S. le Prince Albert de Monaco présente le fascicule XXIII des « Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par *Albert Ier*, Prince souverain de Monaco » 207

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la Chaire d'« Histoire naturelle des corps organisés », vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey* 207

MM. Fleig et H. de la Vaulx adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique 208

M. le Secrétaire perpétuel signale divers Ouvrages de M. *R. de Forcrand* et de M. *L. Semichon* 208

M. S. Carrus. — Sur les familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes 208

M. Gaston Darboux. — Note sur la Communication précédente 211

M. A. Buhl. — Sur l'approximation des fonctions par des polynomes dans ses rapports avec la théorie des équations aux dérivées partielles ; application au problème de l'état initial en Physique mathématique.... 216

M. E. Traynard. — Sur une surface hyperelliptique 218

M. G. Castelnuovo. — Sur les intégrales de différentielles totales appartenant à une surface irrégulière 220

M. Tzitzeica. — Sur les équations différentielles linéaires du second ordre renfermant un paramètre 223

M. F. Riesz. — Sur un théorème de M. *Borel*. 224

M. Maurice Fouché. — Sur la déviation des graves vers le sud et sur la courbure des lignes de force 226

M. H. Pellat. — Champ magnétique auquel est soumis un corps en mouvement dans un champ électrique 229

M. P. Langevin. — Sur les ions de l'atmosphère 232

M. Pierre Massoulier. — Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes... 234

M. Georges Meslin. — Sur les coefficients d'aimantation spécifique des liquides.. ... 237

M. F.-P. Le Roux. — De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures. Rappel d'un Mémoire de MM. *A.* et *L. Lumière* 239

M. J. Danne. — Sur un nouveau minéral radifère 241

M. J. Minguin. — Dissociation des sels de strychnine, décelée par leur pouvoir rotatoire. — Pouvoir rotatoire dans les séries homologues. Influence de la double liaison 243

M. E. Rengade. — Sur le méthylamidure de cæsium 246

M. P. Lemoult. — Action du pentachlorure de phosphore sur les amines cycliques tertiaires. Synthèses des matières colorantes et formation de phosphore 248

M. Marcel Godchot. — Produits d'oxydation de l'octohydrure d'anthracène ; dihydrooxanthranol et hexahydroanthrone 250

M. Léon Brunel. — Thymomenthol et dérivés 252

MM. A. Guyot et J. Catel. — Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane 254

M. J. Dumont. — Sur la valeur agricole des matières humiques 256

N° 4.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

	Pages.
M. G. Fayet. — Sur le caractère elliptique de la nouvelle comète Borelly (1904 *e*)...	259
M. Ch. Féry. — Pendule électrique à échappement libre..........................	262
M. Frédéric Wallerant. — Sur les azotates de potasse et d'ammoniaque, et sur la loi de Bravais............................	264
M. Francis Laur. — Le bassin houiller de la Lorraine française......................	267
M. Lauby. — Sur le niveau diatomifère du ravin des Égravats, près le mont Dore (Puy-de-Dôme)........................	268
M. A. Fraysse. — Sur la biologie et l'anatomie des suçoirs de l'*Osyris alba*.......	270
MM. L. Jammes et H. Mandoul. — Sur la biologie des Cestodes.....................	271
M. F. Dienert. — Action du magnésium et de la magnésie sur les microbes..........	273
M. G.-T. Bennett adresse à l'Académie une lettre relative à un théorème sur la transformation d'un mouvement de rotation autour d'un axe en un mouvement de rotation autour d'un autre axe...............	275
M. Alfred Brust adresse une Note ayant pour titre : « De l'application des ondes hertziennes pour éviter les abordages de la mer ».................................	275
Bulletin bibliographique..	275
Errata..	276

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 5 (30 Janvier 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JANVIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

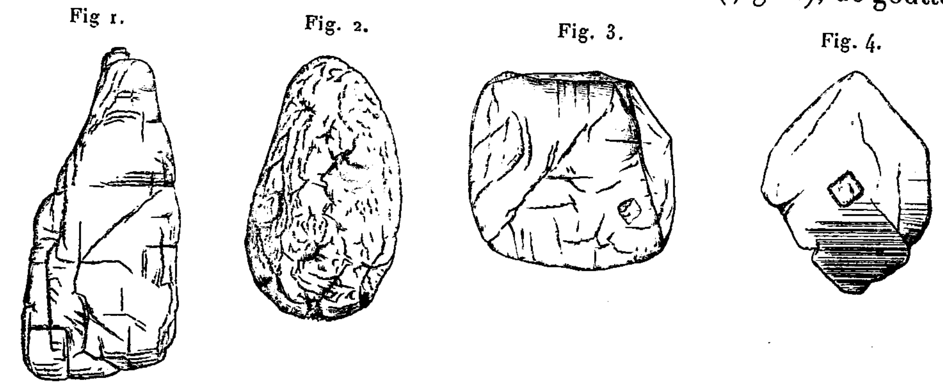
MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant.* Note de M. **Henri Moissan.**

A la suite des nouvelles recherches que nous avons poursuivies sur la météorite de Cañon Diablo [1], nous avons été amené à reprendre quelques-unes de nos expériences sur la reproduction du diamant.

En répétant ces expériences telles que nous les avons décrites dans notre premier Mémoire [2] nous avons obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire la formation de cristaux empilés à impressions carrées (*fig.* 1), de gouttes



(*fig.* 2) et d'octaèdres à faces courbes (*fig.* 3). Ces cristaux parfaitement

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 773.

(2) H. Moissan, *Recherches sur les différentes variétés de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 289, 306 et 466).

transparents possèdent une grande réfringence, ont une densité voisine de 3,5 puisqu'ils tombent dans l'iodure de méthylène de densité 3,4; ils rayent le rubis et ils brûlent dans l'oxygène sans laisser de cendres et en donnant de l'acide carbonique. Quelques-uns éclatent peu de temps après leur préparation, comme il arrive à certains diamants du Cap lorsque l'on vient de les séparer de la terre bleue, après les avoir retirés des puits profonds du Transvaal.

Nos expériences ont été répétées, telles quelles, par Sir William Crookes (¹) qui a obtenu, comme nous, des diamants noirs et transparents. M. Majorana (²) a fait intervenir une pression extérieure sur la fonte en fusion saturée de carbone et il a préparé aussi des diamants microscopiques transparents.

Mais l'étude du bloc de 183^{kg} de fer de Cañon Diablo nous a démontré que les diamants se rencontraient dans les fissures de la météorite au milieu même du métal. De plus ces fissures étaient en relation par d'étroites cassures avec les noyaux de sulfure de fer ou troïlite dont nous avons, en collaboration avec M. Osmond, donné la description dans une Note précédente (³).

Il paraissait donc logique d'admettre que le soufre avait pu aider au déplacement du carbone dans le carbure de fer.

En plus de cette troïlite, nous avons démontré que la météorite de Cañon Diablo contenait du silicium sous forme de siliciure de carbone et l'on savait depuis longtemps qu'elle renfermait du phosphore. Ces différents métalloïdes avaient pu intervenir dans la séparation et dans la cristallisation du carbone.

Nous avons repris l'étude de cette question et nous avons opéré de la façon suivante : 150^{g} de fer de Suède coupés en fragments de plusieurs centimètres cubes sont fondus au four électrique en présence de charbon de sucre. La saturation de la fonte par le carbone à la température du four électrique est terminée en 2 ou 3 minutes avec un courant de 400 ampères sous 120 volts. Le creuset renfermant la fonte liquide est retiré du four, on y ajoute alors un fragment solide de monosulfure de fer d'environ 5^{g} qui fond aussitôt et se mélange à la masse. Le métal se boursoufle et des gaz se dégagent en abondance. Après refroidissement, le culot métallique est

(¹) Sir William Crookes, *Proceedings of the Royal Institution*, t. XV, 1897, p. 477.
(²) Majorana, *Atti Ac. Lincei*, 5e série, t. VI, II, 1896, p. 141.
(³) H. Moissan et Osmond, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 71.

traité par les acides. Le graphite est transformé en oxyde graphitique, puis en oxyde pyrographitique et ce dernier composé est détruit par un mélange d'acide sulfurique bouillant, dans lequel on jette par petites portions une cinquantaine de grammes d'azotate de potassium. Après plusieurs traitements alternés de ce résidu, par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique, puis fusion avec le fluorhydrate de fluorure de potassium, on décante, on sèche et l'on traite par l'iodure de méthylène de densité 3,4 en ne recueillant que ce qui tombe dans ce liquide. Dans ces conditions on n'obtient jamais de diamants.

Les résultats sont tout autres, si l'on refroidit brusquement le creuset rempli de fonte liquide et additionné de sulfure de fer dans une masse d'eau froide. Après le premier phénomène de caléfaction, le creuset de graphite poreux se laisse rapidement pénétrer par l'eau; la masse métallique est refroidie extérieurement, il se forme une croûte solide, et dans ces conditions, comme nous l'avons établi antérieurement [1], il se produit une pression intérieure et le carbone qui se dépose dans la partie centrale encore liquide prend la forme diamant.

L'apparence des lingots métalliques dans lesquels on a ajouté du soufre est parfois un peu différente des lingots de fonte ordinaire refroidis dans l'eau. Il se forme encore une partie externe résistante; mais la surface supérieure du métal, si l'on refroidit de suite le mélange de fonte et de sulfure de fer, est recouverte d'une mousse noire, solide, d'apparence spongieuse qui provient de la solidification rapide du métal émulsionné par un brusque dégagement de gaz. Si les gaz ont eu le temps de se produire avant l'immersion dans l'eau, le lingot présente l'apparence ordinaire.

Les diamants que l'on obtient par cette addition de sulfure de fer ont les mêmes formes que ceux qui ont été préparés antérieurement. Ils se présentent en gouttes possédant parfois des pointements octaédriques (*fig.* 4), en lames superposées en octaèdres caractéristiques à faces courbes. Nous avons obtenu plusieurs de ces octaèdres, ces différents cristaux ont été placés entre deux lamelles de verre au milieu de baume du Canada. Nous avons l'honneur de présenter quelques-uns de ces échantillons à l'Académie. Certains de ces cristaux se brisent plusieurs semaines après leur préparation, d'autres contiennent des crapauds et un très grand nombre

---

(1) H. Moissan, *Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide, saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 185).

présentent des impressions carrées et ces stries parallèles que l'on rencontre souvent sur les diamants naturels. Tous ont un aspect gras et un indice de réfraction élevé. Nous en avons chauffé un certain nombre dans l'oxygène, au moyen d'une petite nacelle de platine que nous avons décrite dans notre premier Mémoire sur la production du diamant, et ils ont brûlé en ne laissant pas de cendres.

La seule différence que nous présente l'expérience avec addition de sulfure de fer, c'est que le rendement, tout en étant toujours faible, est cependant supérieur à celui que nous avions obtenu jusqu'ici. Dans un seul culot nous recueillons parfois huit ou dix petits diamants dont la moitié ou les deux tiers peuvent être séparés à l'œil nu au moyen d'une petite pointe d'acier.

Nous avons poursuivi plusieurs séries d'expériences en additionnant la fonte saturée de carbone au four électrique soit de siliciure de fer soit de silicium fondu avant de refroidir brusquement le métal dans l'eau. Dans ce cas nous avons encore obtenu du diamant et parfois le rendement était supérieur à ce que nos premières expériences nous avait donné. Mais la grande quantité de siliciure de carbone qui se produit, surtout lorsque l'on emploie le silicium fondu, rend plus difficile la séparation au moyen de l'iodure de méthylène.

Il ne faut pas oublier que le siliciure de carbone préparé dans le fer est toujours bleu ou vert ainsi que nous l'avons indiqué dès 1893, de telle sorte qu'il est impossible, si l'on s'est donné la peine de regarder ce siliciure au microscope, de le confondre avec des fragments de diamant noir ou transparent. Du reste sa densité n'étant que de 3,12, il flotte à la surface de l'iodure de méthylène.

Les diamants préparés avec le silicium ont des formes plus tourmentées que les précédents. Ils renferment de nombreux diamants à crapauds et des diamants noirs. Nous avons obtenu dans ces nouvelles conditions des diamants qui présentent un grand nombre d'impressions carrées. Les extrémités de certains fragments étaient terminées par des chapelets de cubes échelonnés. Les quelques diamants qui se sont brisés, plusieurs semaines et même plusieurs mois après leur préparation, nous présentaient aussi des cassures couvertes de très petits cubes. Dans ces préparations les gouttes étaient plus rares et nous n'avons pas eu d'octaèdres. Le rendement était aussi un peu plus élevé que dans nos expériences de 1893. Nous avons séparé plusieurs fois dans un seul lingot 10 à 15 petits diamants microscopiques. Les plus gros de ces diamants ont comme longueur $0^{mm},75$; l'octaèdre, représenté figure 3, $0^{mm},2$; plusieurs gouttes ont

de $0^{mm},4$ à $0^{mm},1$. Ces diamants sont du même ordre de grandeur que ceux que nous avons retirés du bloc de fer de Cañon Diablo de 183^{kg}, quelques-uns sont même un peu plus gros. Mais ce ne sont cependant que des parcelles microscopiques.

Deux séries d'expériences faites dans les mêmes conditions avec du phosphure de fer ne nous ont donné aucun diamant (1).

Propriétés optiques. — Les diamants de synthèse possèdent un aspect gras caractéristique et un grand indice de réfraction. Cette dernière propriété permet souvent, avec un peu d'habitude, de les distinguer lorsqu'ils sont encore mélangés avec d'autres substances transparentes.

Nous avons étudié l'action de ces diamants de synthèse sur la lumière polarisée parallèle et convergente. Nous avons constaté que leur biréfringence toujours très faible était de grandeur variable et sans rapport avec la forme extérieure. En particulier, en lumière convergente, on n'observe que des lignes neutres trop floues et trop larges pour que l'on puisse tirer quelques conclusions de leur aspect. Le cristal représenté figure 1 s'éteint à 60° des traces de clivage, tandis que l'octaèdre de la figure 3 s'éteint parallèlement à l'un des côtés du triangle supérieur.

La goutte représentée figure 2 a une forme trop arrondie pour donner des phénomènes nets.

En résumé, les caractères optiques de ces cristaux en lumière polarisée sont variables. Ils sont très peu biréfringents. Pour établir une comparaison avec un cristal connu que l'on rencontre dans les mêmes conditions, le siliciure de carbone, nous ferons remarquer qu'il n'y a aucun rapprochement à faire entre les diamants de synthèse et les cristaux de siliciure de carbone. Ces derniers présentent une biréfringence normale beaucoup plus élevée. De plus, le siliciure de carbone préparé dans le fer est toujours fortement coloré. Le siliciure de carbone de Cañon Diablo est vert.

D'ailleurs, cette action du carbone cristallisé sur la lumière polarisée est connue depuis longtemps. Bien qu'appartenant au système cubique, le diamant présente des phénomènes de biréfringence très marqués, étudiés d'abord par Brewster (2) et fréquemment observés, en particulier, par

(1) Nous donnerons le détail de ces différentes expériences dans le Mémoire que nous publierons aux *Annales de Chimie et de Physique*.

(2) BREWSTER, *Phil. Trans.*, t. CV, 1815, p. 31; t. CVI, I, 1816, p. 167; t. CVIII, I, 1818, p. 255. Edinburgh, *Trans.*, t. XXIII, 1864, p. 41.

Jannettaz (¹), Hirchswald (²), Mallard (³), Reinhard Brauns (⁴). Des Cloizeaux (⁵) indique que la plupart des cristaux manifestent en lumière polarisée des couleurs irrégulières et une extinction plus ou moins complète selon l'azimut. Pour Hirchswald, le phénomène est presque général. Jannettaz admettait que la biréfringence du diamant provenait de pressions intérieures ou de phénomènes de trempe. Brauns admet aussi que la biréfringence du diamant est due à des tensions internes et qu'il est vraisemblable que ce minéral s'est formé sous l'action de fortes pressions qui auraient été la cause de sa biréfringence. Cohen (⁶) a observé un diamant présentant les phénomènes de polarisation d'un agrégat dans lequel les couleurs étaient aussi vives que dans un cristal de quartz.

Ce phénomène est d'ordre général. On sait aujourd'hui que la plupart des cristaux cubiques présentent fréquemment des phénomènes analogues de biréfringence : tels l'alun, l'analcime, le nitrate de plomb, les grenats, la blende, etc.

Après ces différentes séries d'expériences nous n'avons pas repris l'étude de la combustion en poids des diamants de synthèse, parce que nous avons pensé que les trois analyses publiées en 1894 étaient suffisantes pour résoudre la question. Nous rappellerons que, dans la première, 6^{mg} de diamants noirs nous ont donné 23^{mg} de gaz carbonique et que les cendres restant après la combustion étaient impondérables.

Dans la deuxième, 15^{mg} de fragments transparents ont été brûlés et ont laissé un résidu de $2^{mg},5$ de grains arrondis brillants qui ne brûlaient pas dans l'oxygène à 1000°. Ces grains n'étaient pas des cendres de diamant. Ils étaient formés d'une matière transparente riche en silicium, qui disparaît par une attaque au fluorhydrate de fluorure de potassium en fusion. Le poids de 13^{mg} de diamants transparents brûlés dans cette analyse nous a donné $49^{mg},6$ d'anhydride carbonique.

Enfin dans une troisième combustion $5^{mg},7$ de diamants transparents,

---

(¹) Jannettaz, *Bull. des Mines*, t. II, 1879, p. 124.

(²) Hirchswald, *Zeitschrift für Kryst. u. Mineral.*, t. I, 1877, p. 216.

(³) Mallard, *Bull. des Mines*, t. V, 1882, p. 241.

(⁴) Reinhard Brauns, *Die optischen Anomalien der Krystalle*. Leipzig, 1891, p. 180.

(⁵) Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie*.

(⁶) Cohen, *Ueber Einschlüsse in südafrikanischen Diamanten* (*Zeitschrift für Kryst. u. Miner.*, 1876, p. 752).

traités cette fois au préalable par le fluorhydrate de fluorure de potassium, nous ont fourni $20^{mg},5$ de gaz carbonique. Les cendres n'étaient pas appréciables à la balance.

Ces trois chiffres suffisent pour établir que les fragments microscopiques obtenus dans nos recherches sont formés de carbone pur.

Les nouvelles expériences que nous publions aujourd'hui, à la suite de notre étude de la météorite de Cañon Diablo, viennent donc corroborer nos précédentes recherches. Nous pouvons toujours regarder le diamant comme la variété de carbone qui a été liquéfiée sous une forte pression, tandis que nous avons démontré, depuis longtemps, qu'à la pression ordinaire tous les échantillons de carbone soumis à l'action d'une très haute température se vaporisaient, sans passer par l'état liquide, et fournissaient tous la même variété de carbone : le *graphite*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse dans la série anthracénique.* III. *Dihydrure d'anthracène γ tétraphénylé et ses dérivés.* Note de MM. **Haller** et **A. Guyot.**

Pour compléter nos recherches sur les dérivés γ substitués du dihydrure d'anthracène [1], il nous restait à faire connaître les dérivés γ tétraphénylés de ce carbure. Nous sommes arrivés à ces dérivés par deux voies différentes qui nous ont été inspirées par les travaux récents de MM. v. Bæyer et Villiger [2] et par ceux de MM. Ullmann et Münzhuber [3].

Ces savants ont montré que le triphénylcarbinol se condense avec la plus grande facilité avec les phénols et les amines aromatiques pour donner des dérivés du triphénylméthane, conformément à l'équation

$$(C^6H^5)^3\equiv COH + C^6H^5R = H^2O + (C^6H^5)^3\equiv C - C^6H^4R.$$

En particulier, en condensant le triphénylcarbinol avec le chlorhydrate d'aniline, puis éliminant le groupe amidogène par la réaction de Griess, MM. Ullmann et Münzhuber ont pu préparer avec d'excellents rendements du tétraphénylméthane, carbure jusqu'alors fort rare, et qui n'avait été

(1) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim. Paris,* 3e série, t. XXXI, p. 795 et 979.

(2) Von Bæyer et Villiger, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3018.

(3) Ullmann et Münzhuber, *Ibid.*, t. XXXVI, 1903, p. 404.

qu'entrevu par M. Gomberg ([1]) parmi les produits de décomposition du triphénylméthane azobenzène.

Pour obtenir les dérivés du dihydrure d'anthracène γ tétraphénylé, il était donc tout indiqué, soit de condenser le dihydrure d'anthracène γ-hydroxylé γ-triphénylé précédemment décrit, avec l'aniline, le phénol, la diméthylaniline, etc., conformément à l'équation

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} + C^6H^5R = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array} + H^2O,$$

soit de condenser les mêmes amines et phénols avec le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique ([2]) :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad OH \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} + 2\,C^6H^5R = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^4R \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array} + 2\,H^2O.$$

La première de ces réactions nous a conduit presque quantitativement aux dérivés cherchés, mais nous avons rencontré quelques difficultés dans l'exécution du second procédé. Le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique est en effet un oxydant puissant; il met en liberté l'iode de l'iodure de potassium et oxyde un grand nombre de molécules organiques en se transformant en diphénylanthracène symétrique, conformément à l'équation

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad OH \\ \diagdown \ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup \ \diagdown \\ C^6H^5 \quad OH \end{array} = O + H^2O + \begin{array}{c} C^6H^5 \\ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle | \rangle C^6H^4, \\ C \\ \diagdown \\ C^6H^5 \end{array}$$

([1]) Gomberg, *Deut. chem. Ges.*, t. XXX, 1897, p. 979.

([2]) A. Haller et Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 795.

de sorte que, dans la plupart de nos essais de condensation, nous n'avons obtenu que les produits d'oxydation des phénols ou des amines mis en œuvre; nous avons pu, cependant, préparer avec d'excellents rendements les produits de condensation normaux avec la diméthylaniline et la diéthylaniline. Chacun d'eux s'est présenté sous deux modifications isomères, fournies en égales quantités et présentant des solubilités tellement différentes qu'elles peuvent être séparées avec la plus grande facilité. Ces deux modifications correspondent, évidemment, aux deux formes stéréoisomères *cis* et *trans*, théoriquement prévues :

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 \quad C^6H^4R & & C^6H^5 \quad C^6H^4R \\ \diagdown\ \diagup & & \diagdown\ \diagup \\ C & & C \\ C^6H^4\langle\ \rangle C^6H^4 & \text{et} & C^6H^4\langle\ \rangle C^6H^4. \\ C & & C \\ \diagup\ \diagdown & & \diagup\ \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R & & RC^6H^4 \quad C^6H^5 \end{array}$$

Il est à remarquer qu'on devrait retrouver cette isomérie dans le *diol*, qui donne naissance à ces produits de condensation. Nous ne sommes cependant pas parvenu, jusqu'à présent, à provoquer le dédoublement de ce composé par cristallisation fractionnée.

Nous nous bornons aujourd'hui à donner les résultats obtenus par le premier procédé.

Condensation du dihydrure d'anthracène γ hydroxyle-γ-triphénylé, avec les amines et les phénols. — Les produits de condensation de ce carbinol avec les amines se forment, avec la plus grande facilité, lorsqu'on chauffe au réfrigérant ascendant des quantités équimoléculaires des deux composants en solution dans l'acide acétique cristallisable. L'opération est terminée lorsqu'une goutte de la liqueur, projetée dans l'acide sulfurique concentré, ne donne plus la coloration rouge orangé qui s'observe tant qu'il reste du carbinol non transformé ; ce résultat est généralement atteint au bout d'une demi-heure. La présence d'un acide minéral n'est nullement nécessaire pour provoquer la condensation ; toutefois, lorsqu'on opère avec une amine primaire comme l'aniline, il convient de prendre l'alcaloïde sous forme de chlorhydrate ; on s'exposerait, en négligeant cette précaution, à obtenir un isomère du dérivé cherché, isomère dans lequel la condensation se serait effectuée par l'intermédiaire du groupe amidogène, ainsi que l'ont montré MM. Ullmann et Münzhuber. La condensation avec les phénols s'effectue également en milieu acétique bouillant, mais il est nécessaire

d'ajouter une petite quantité d'acide sulfurique concentré. La liqueur, qui a pris une teinte orangé intense, grâce à la présence de l'acide minéral, se décolore spontanément au bout de quelques minutes et laisse déposer des cristaux du produit formé.

Nous avons ainsi préparé, avec des rendements sensiblement quantitatifs par condensation avec la diméthylaniline, la diéthylaniline, le phénol et l'aniline, les dihydrures d'anthracène γ-tétraphénylés diméthylamidé, diéthylamidé, hydroxylé et amidé dont la formule générale est la suivante :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \; \diagup \\ C \\ C^6H^4 \diamond C^6H^4 \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4R \end{array}$$

formule dans laquelle $R = N(CH^3)^2$, $N(C^2H^5)^2$, NH^2, OH.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé diméthylamidé* se présente sous la forme de petits cristaux blancs, fondant vers 285°, solubles dans l'acide chlorhydrique d'où le chlorure de platine précipite un chloroplatinate en fines aiguilles d'un jaune pâle.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé diéthylamidé* constitue de fines aiguilles incolores fondant à 216°.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé hydroxylé* cristallise en petits prismes brillants, fondant vers 308°, insolubles dans les lessives alcalines, mais très solubles dans les solutions alcooliques de potasse.

Le *dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé monoamidé* se présente sous la forme de petits cristaux blancs, fondant vers 320°. Traité par l'azotite de soude en milieu chlorhydrique, ce dernier corps s'est laissé diazoter et transformer en un colorant rouge insoluble par copulation avec le β-naphtol. Cette expérience met en évidence la présence d'un groupe aminogène dans notre produit et montre par là que nous avons bien entre les mains le composé dont nous venons de donner la formule et non son isomère

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown \; \diagup \\ C \\ C^6H^4 \diamond C^6H^4 \\ C \\ \diagup \; \diagdown \\ C^6H^5 \quad NHC^6H^5 \end{array}$$

Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé ethoxylé. — Ce composé prend naissance lorsqu'on cherche à remonter du diazoïque précédent au carbure $C^{38}H^{28}$ par ébullition au sein de l'alcool absolu. Il se présente en très petits cristaux d'un blanc pur fondant vers 265°, très difficilement solubles dans tous les véhicules organiques. Sa formule est

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^5 \\ & \diagdown\diagup & \\ & C & \\ C^6H^4 & \diamond & C^6H^4 \\ & C & \\ & \diagup\diagdown & \\ C^6H^5 & & C^6H^4OC^2H^5 \end{array}$$

Dans une prochaine Communication nous aborderons l'étude des produits de condensation du dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé avec la diméthylaniline et la diéthylaniline.

MÉDECINE. — *Traitement mixte des Trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth.* Note de M. **A. Laveran.**

J'ai montré déjà qu'on pouvait guérir les petits rongeurs (souris, rats) infectés de Mbori ou de Surra, à l'aide du trypanroth et mieux encore à l'aide d'un traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth; dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense,* ces médicaments m'avaient paru peu efficaces ([1]).

J'ai continué mes recherches sur ce sujet en les étendant à d'autres animaux que les petits rongeurs; les résultats favorables obtenus précédemment au moyen de l'emploi combiné de l'acide arsénieux et du trypanroth ont été confirmés; j'ai constaté en outre que cette même médication jouissait d'une efficacité incontestable dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense.*

Je crois inutile de revenir sur les conditions du traitement de la Mbori ou du Surra, chez les petits rongeurs, à l'aide du trypanroth seul ou de

---

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus,* séance du 4 juillet 1904. Je rappelle que P. Ehrlich et K. Shiga ont employé les premiers, avec succès, le trypanroth (produit colorant de la série benzopurpurine) dans le traitement d'une Trypanosomiase, le Caderas, chez la souris (*Berlin. klin. Wochenschr.,* 28 mars et 4 avril 1904).

l'acide arsénieux et du trypanroth. La guérison est obtenue plus facilement dans la Mbori, qui paraît être une forme atténuée du Surra, que dans le Surra lui-même ([1]). Je possède des rats et des souris guéris de Mbori ou de Surra depuis 7, 8 et 9 mois. La guérison des Trypanosomiases chez ces animaux est complète; le sang des animaux guéris n'est plus infectieux; pour m'en assurer, j'ai saigné à blanc un rat guéri de Mbori depuis plusieurs mois et j'ai injecté la totalité du sang dans le péritoine d'un cobaye qui ne s'est pas infecté.

Une chienne du poids de $12^{kg},500$, inoculée de Mbori le 7 septembre 1904, a été guérie par le traitement mixte (acide arsénieux et trypanroth).

Les animaux guéris n'ont pas l'immunité qui s'observe chez les animaux (Bovidés, chèvres, moutons) qui ont résisté à une atteinte de Mbori ou de Surra. Ayant inoculé, à diverses reprises, la Mbori à des souris ou à des rats guéris de cette Trypanosomiase, j'ai constaté que, chez ces animaux, la maladie évoluait comme chez des animaux neufs et qu'elle se terminait invariablement par la mort.

Je m'occuperai spécialement, dans cette Note, des infections produites par *Trypanosoma gambiense*, qui présentent un intérêt tout particulier pour le médecin, puisque ce Trypanosome paraît bien être l'agent de la maladie du sommeil.

J'ai obtenu des guérisons chez le rat et chez le chien; le cobaye, beaucoup plus sensible que le rat à l'acide arsénieux et au trypanroth ([2]), s'est montré plus réfractaire. Des expériences sur des singes macaques sont en cours.

Lorsqu'on fait à un animal infecté de *Trypan. gambiense* une injection d'acide arsénieux et, 48 heures après, une injection de trypanroth, et qu'on attend la réapparition des Trypanosomes dans le sang pour intervenir à nouveau, les résultats sont beaucoup moins favorables que si l'on fait des traitements successifs, sans attendre les rechutes; les avantages des traitements successifs ont été signalés dans une autre maladie due également à des Protozoaires parasites du sang : le Paludisme.

([1]) VALLÉE et PANISSET, *Sur les rapports du Surra et de la Mbori* (*Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1904). — A. LAVERAN, *Observations au sujet de cette Note* (même séance).

([2]) Un rat de 200^{g} supporte bien 1^{mg} d'acide arsénieux et 2^{cg} de trypanroth; chez un cobaye de 400^{g} à 500^{g}, il ne faut pas dépasser les doses de 1^{mg} d'acide arsénieux et 15^{mg} de trypanroth. Plusieurs cobayes en traitement par le trypanroth ont succombé à des congestions rénales et à des néphrites.

Chez le rat, trois traitements à 8 jours d'intervalle les uns des autres suffisent en général, comme le montrent les observations ci-jointes. Chaque traitement se compose d'une injection d'acide arsénieux ($0^{mg},1$ pour 20^{g} d'animal) et, 48 heures après, d'une injection de trypanroth (2^{mg} pour 20^{g} d'animal). Cette médication donne lieu à un amaigrissement passager chez les rats qui y sont soumis; les téguments sont fortement colorés en rouge; les urines sont roses et souvent albumineuses. Les injections d'acide arsénieux et de trypanroth faites dans les muscles des cuisses avec des solutions stérilisées ne donnent lieu, chez le rat, à aucun accident local.

Le 17 octobre 1904 trois rats blancs sont inoculés, dans le péritoine, avec du sang dilué de cobaye infecté de *Trypan. gambiense*.

Rat n° 1, poids 144^{g}. — Le 29 octobre l'examen du sang révèle l'existence de Trypanosomes rares; acide arsénieux $0^{mg},7$. — 31 octobre, l'examen du sang est négatif, trypanroth 15^{mg}. — 5 novembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu. Nouveau traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth donnés à 48 heures d'intervalle, aux mêmes doses que la première fois. — 14 novembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu; troisième traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth toujours aux mêmes doses. — 16 novembre, urines roses, légèrement albumineuses. — 5 décembre, les Trypanosomes n'ont pas reparu, le rat pèse 134^{g}. — 11 janvier 1905, le rat qui avait diminué de poids sous l'influence du traitement pèse aujourd'hui 142^{g}. — 28 janvier, les Trypanosomes n'ont pas reparu depuis le 29 octobre 1904, c'est-à-dire depuis 91 jours, et le rat peut être considéré comme guéri.

Rat n° 2, poids 147^{g}. — Le 29 octobre on note l'existence dans le sang de rares Trypanosomes, le traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth est institué et suivi comme chez le rat n° 1 (trois traitements à 8 jours d'intervalle, mêmes doses des deux médicaments). Les Trypanosomes disparaissent à la suite de la première injection d'acide arsénieux et ne reparaissent pas. Le 5 décembre on note une légère diminution de poids, 136^{g}, mais l'amaigrissement n'est pas durable. Le 11 janvier le poids est de 154^{g} et le 28 janvier les Trypanosomes ayant disparu du sang depuis 91 jours, la guérison peut être considérée comme définitive.

Rat n° 3, témoin des précédents, poids 152^{g}. — Le 9 novembre, Trypanosomes rares dans le sang; le nombre des parasites augmente jusqu'au 22 novembre, puis il diminue pour augmenter de nouveau d'une manière continue. — 4 décembre, Trypanosomes très rares; 8, Trypanosomes non rares. Le poids est de 180^{g}. — Du 20 décembre 1904 au 11 janvier 1905, Trypanosomes nombreux. — Le 11 janvier, le poids est de 178^{g}. — 17 janvier, Trypanosomes très nombreux. — Mort le 22 janvier. Le rat pèse 122^{g}; sa rate, volumineuse, pèse 3^{g}.

Un rat inoculé le 22 juin 1904 et qui le 22 juillet avait dans son sang des *Trypan. gambiense* assez nombreux, a été guéri après avoir subi deux traitements par l'acide arsénieux et le trypanroth. Depuis 6 mois les exa-

mens du sang de ce rat ont toujours été négatifs, la guérison n'est donc pas douteuse.

Les chiens supportent bien l'acide arsénieux à condition qu'on injecte la solution arsénicale dans les veines. Les injections faites dans le tissu conjonctif sous-cutané ou dans les muscles provoquent facilement des phlegmons.

Il est prudent de ne pas dépasser la dose de $1^{mg},5$ d'acide arsénieux par kilogramme d'animal; chez des chiens de 10^{kg} à 12^{kg}, les doses de 14^{mg} à 16^{mg} ont suffi d'ailleurs pour faire disparaître les Trypanosomes.

J'ai employé la solution suivante :

Eau distillée	250^{g}
Chlorure de sodium chimiquement pur..	1,70
Arsénite de soude chimiquement pur...	1,63

On ajoute une goutte de solution de soude pour rendre la liqueur franchement alcaline et l'on stérilise à l'autoclave.

1^{cm^3} de la solution représente 4^{mg} d'acide arsénieux.

Les chiens de 10^{kg} à 12^{kg} ont bien supporté, en général, des doses de trypanroth de 30^{cg} à 40^{cg}. Je dois noter cependant que deux de ces animaux ont succombé au cours du traitement; chez l'un d'eux il y avait une néphrite interstitielle, évidemment ancienne, qui a dû contribuer beaucoup à la terminaison funeste en gênant l'élimination des médicaments; chez l'autre chien, j'ai noté une néphrite épithéliale. D'après les renseignements que j'ai recueillis, la néphrite est commune chez le chien.

Les deux observations qui suivent sont des exemples de guérison de l'infection produite, chez le chien, par *Trypan. gambiense*.

1° Un chien du poids de 13^{kg} est inoculé le 12 octobre 1904 avec le sang d'un cobaye infecté de *Trypanosoma gambiense*. Le 24 octobre, le sang du chien contient des Trypanosomes en petit nombre. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 26 octobre : examen du sang négatif au point de vue de l'existence des Trypanosomes. Trypanroth 40^{cg} en injection intra-musculaire. — Du 29 octobre au 8 décembre, tous les examens du sang sont négatifs. — Le 8 décembre je note l'existence de Trypanosomes très rares. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 11 décembre : les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 40^{cg}. — Du 16 au 23 décembre les examens du sang sont négatifs. — Le 23 décembre, sans attendre la réapparition des Trypanosomes, on fait un nouveau traitement. Acide arsénieux 16^{mg} le 23 décembre, trypanroth 30^{cg} le 26 décembre. — Le 28 décembre le poids du chien est de $11^{kg},600$, état général très satisfaisant. — Le 5 janvier le poids est de $11^{kg},800$ et le 13 janvier de $12^{kg},300$. Tous les examens du sang faits du 26 décembre au 29 janvier 1905 sont négatifs.

2° Un chien du poids de $10^{kg},500$ est inoculé, le 11 novembre 1904, avec le sang d'un cobaye infecté de *Trypanosoma gambiense*. Le 21 novembre, je constate l'existence de Trypanosomes rares dans le sang du chien; injection intra-veineuse d'une solution arsénicale représentant 14^{mg} d'acide arsénieux. — 23 novembre, les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 30^{cg}. — 30 novembre, Trypanosomes très rares; acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 2 décembre, les Trypanosomes ont disparu; trypanroth 30^{cg}. — Du 2 au 20 décembre, les Trypanosomes ne reparaissent pas. Le 20 décembre, sans attendre une rechute probable, je fais un troisième traitement (acide arsénieux 14^{mg} le 20 décembre et trypanroth 30^{cg} le 23). — 28 décembre, le poids du chien est de $11^{kg},800$. — 4 janvier 1905, les Trypanosomes n'ont pas reparu, néanmoins je fais un quatrième traitement (acide arsénieux 14^{mg} le 4 janvier, trypanroth 30^{cg} le 7). — Le poids du chien est de $11^{kg},900$ le 5 janvier et de $12^{kg},200$ le 13 janvier. Le 29 janvier, les Trypanosomes n'ont pas reparu dans le sang du chien qui est en excellent état et qui peut être considéré comme guéri.

La guérison spontanée des infections produites par *Trypan. gambiense* étant tout à fait exceptionnelle (¹), les observations résumées dans cette Note me paraissent démontrer que ces infections sont curables au moins chez certaines espèces animales. La médication la plus efficace consiste, actuellement (²), dans l'emploi de traitements successifs par l'acide arsénieux et le trypanroth. Les doses de ces médicaments efficaces dans le traitement des Trypanosomiases étant voisines des doses toxiques et la toxicité étant variable suivant les espèces animales, on conçoit que, pour chaque espèce, les doses à prescrire doivent être rigoureusement déterminées, ce qui est particulièrement difficile pour l'espèce humaine.

MÉCANIQUE. — *Faculté que le béton armé possède de supporter de grands allongements*. Note de M. **Considère**.

Dans trois Communications faites à l'Académie le 12 décembre 1898, le 2 janvier 1899 et le 18 août 1902, j'ai rendu compte d'expériences qui démontrent les faits suivants :

« Lorsqu'on soumet des pièces de béton armé à la traction simple ou à

(¹) Je parle du Trypanosome avec lequel j'expérimente en ce moment; la virulence de ce Trypanosome pour les rats et les chiens a été exaltée par de nombreux passages chez ces animaux.

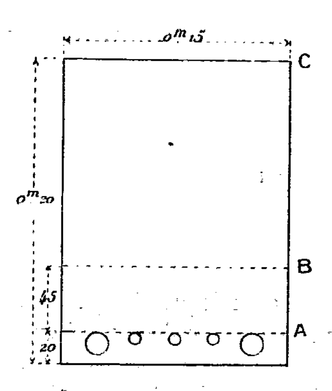
(²) Il faudra chercher, bien entendu, à perfectionner cette médication; il est à désirer, par exemple, que l'on puisse remplacer le trypanroth par une substance aussi active et moins toxique.

la flexion, les fibres tendues se comportent comme si elles n'étaient pas armées tant que leur tension et leur allongement ne dépassent pas ceux que le béton non armé peut supporter sans se rompre. Si l'épreuve est poussée plus loin, le béton armé et préparé comme il convient peut supporter des allongements beaucoup plus forts pendant lesquels sa tension reste sensiblement constante et, par suite, son module d'élasticité est nul. »

Ces faits, acceptés par nombre d'ingénieurs comme base de la théorie et du calcul des constructions armées, ont été accueillis par d'autres avec incrédulité, malgré l'explication que j'en avais donnée dans la Communication du 2 janvier 1899. Des savants allemands et américains ont fait des expériences de contrôle; ils ont observé que les pièces armées fabriquées sous leur direction se fissuraient dès qu'elles subissaient les allongements sous lesquels se brise le béton non armé; ils ont décrit les moyens employés par eux pour déceler les fissures capillaires et la conclusion qui ressort, implicitement au moins, de leurs publications est que, dans mes expériences aussi, il a dû se produire des fissures que je n'ai pas réussi à apercevoir.

Pour trancher cette question, qui a une sérieuse importance au point de vue de la théorie du béton armé et aussi des propriétés générales des corps qui ont une constitution moléculaire analogue à celle des bétons et mortiers, j'ai cru utile de faire de nouvelles expériences. Elles ont été exécutées au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, sous la direction de M. Mesnager, avec la collaboration de M. Mercier.

Des ouvriers de M. Grouselle, entrepreneur de béton armé, ont fabriqué deux poutres de 3^m de longueur et de la section ci-dessous en employant les



procédés pratiques dont ils avaient l'habitude et sans prendre de précautions spéciales.

Le béton renfermait 400^{kg} de ciment de Portland de la marque E. Candlot et Cie pour 400^{l} de sable et 800^{l} de gravier calcaire. La quantité d'eau employée pour le gâchage représentait 9,6 pour 100 du poids des matières sèches.

L'armement de la poutre consistait en deux barres d'acier doux de 16^{mm} de diamètre et trois barres de 12^{mm} placées près de la face qui devait subir les plus grands allongements.

L'une de ces poutres a été conservée à l'air et couverte de sacs vides et de planches qu'on arrosait fréquemment pendant le premier mois et tous les deux jours ensuite; l'autre a été immergée après un jour de durcissement et conservée sous l'eau.

Ces poutres, fabriquées les 27 et 28 mai 1904, ont été essayées par flexion les 21 novembre et 22 décembre. Posées sur des appuis distants de $0^{m},05$ de leurs extrémités, elles ont subi la pression d'un appareil hydraulique en deux points placés symétriquement à $0^{m},70$ de part et d'autre du milieu, de sorte que, sur une longueur de $1^{m},40$, le moment de flexion était constant et l'effort tranchant nul.

Au milieu de cette longueur, on a observé les allongements de la face tendue sur une longueur de $1^{m},02$, au moyen de deux microscopes montés sur une même tige et l'on a mesuré les raccourcissements de la partie comprimée sur une longueur de $0^{m},50$ au moyen de deux appareils Manet-Rabut placés sur les faces latérales.

Conformément au plan fixé d'avance, on a arrêté le chargement au moment où l'allongement des fibres extrêmes du béton était de $0^{mm},625$ pour la première poutre et de $1^{mm},300$ pour la seconde. On n'apercevait alors au microscope aucune fissure dans l'enduit mince et lisse de ciment pur qui avait été appliqué sur la face tendue pour faciliter l'examen.

Pour chaque poutre on a ensuite enlevé au burin le béton qui recouvrait les armatures et arraché celles-ci avec précaution, puis on a aplani, autant que possible, la surface du béton ainsi entamé.

Enfin on a détaché, à la scie, du reste de la poutre la plaquette AB dont la section est hachurée dans la figure.

En faisant l'épure des déformations, on a reconnu que les diverses fibres des plaquettes ainsi isolées avaient subi des allongements compris entre $0^{mm},22$ et $0^{mm},50$ pour la première et entre $0^{mm},56$ et $1^{mm},07$ pour la seconde et l'on sait que le béton non armé se brise dès que son allongement dépasse $0^{mm},10$ à $0^{mm},20$.

Ces plaquettes privées du secours des armatures métalliques et du béton

moins fatigué auraient dû tomber en morceaux au moment où la scie les a isolées si le béton armé avait la même limite d'allongement que le béton non armé. Or il n'en a rien été et l'on n'y a aperçu aucune trace de fissure.

Pour rendre impossible toute contestation, on a soumis ces plaquettes à des épreuves de flexion et l'on a reconnu qu'elles avaient une grande résistance.

Pour avoir un terme de comparaison, on a essayé de la même manière les parties supérieures BC des poutres dont on avait détaché les plaquettes en question. Le Tableau suivant donne les résistances calculées par la formule qui est généralement employée pour les pièces élastiques soumises à la flexion.

Désignation des poutres.	Partie essayée.	Position.	Résistance.
Poutre n° 1.	Plaquette AB.	Comme dans la figure.	32kg,8
»	»	Renversée.	27kg,1 et 32kg,2
»	Partie BC.	»	36kg,1
Poutre n° 2.	Plaquette AB.	Comme dans la figure.	22kg,2
»	Partie BC.	Renversée.	28kg,9

Pour apprécier ces chiffres il faut tenir compte des faits suivants :

Les faces des plaquettes AB avaient été obtenues l'une par burinage, l'autre par sciage du béton et l'outil y avait fait des blessures qui pouvaient amorcer des fissures et hâter la rupture.

D'autre part, l'essai des plaquettes AB a eu lieu le 28 novembre et le 12 décembre et celui des parties BC le 12 janvier. La résistance du béton a certainement augmenté entre ces dates surtout pour la poutre n° 2 qui a été immergée jusqu'au 1er décembre et conservée depuis hors de l'eau. Exposée à l'air, la chaux encore libre a dû se carbonater en augmentant la résistance du béton.

Il est donc démontré non seulement que le béton armé et convenablement préparé peut subir, sans se briser, des allongements très supérieurs à ceux qui brisent toujours le béton non armé, mais encore qu'après ces déformations considérables il possède une résistance à la traction comparable et peut-être égale à celle du béton qui n'a subi aucune déformation préalable.

Il est non moins certain que les constructions armées présentent généralement des fissures et la principale cause de cette différence est la suivante.

Le béton exposé à l'air sec après sa fabrication subit un très fort retrait pendant les premiers jours et n'a d'abord qu'une faible résistance. Si sa

contraction est entravée par des armatures métalliques, il n'a ni la force nécessaire pour imposer au métal des raccourcissements importants ni la ductilité qu'il faudrait pour se plier à ses exigences. Il se produit généralement des fissures d'abord invisibles qui s'ouvrent et se prolongent lorsque la pièce armée est soumise à des tensions mécaniques. Au contraire, si l'on maintient le béton constamment humide pendant un temps suffisant, son retrait est nul et rien ne tend à y produire des fissures pendant qu'il acquiert de la résistance et de la ductilité. Sans doute, le béton tend à se raccourcir lorsqu'on cesse de le maintenir humide, mais il possède alors une résistance élevée et la faculté de supporter de grands allongements et il ne se fissure pas malgré l'entrave que les armatures apportent à sa contraction.

L'éventualité des fissures force à donner aux armatures des sections suffisantes pour résister à la totalité des tensions, mais il est néanmoins indispensable de connaître les lois qui régissent les déformations non élastiques du béton armé. En effet, sans elles, on ne saurait déterminer ni les déformations des constructions armées ni les répartitions d'efforts dans les cas où elles dépendent des déformations, ni les positions de l'axe neutre dans les pièces fléchies et, par suite, les pressions qui se développent dans leurs fibres comprimées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Bachelier soumet au jugement de l'Académie un nouveau Mémoire intitulé : *Probabilités continues du troisième genre.*

(Renvoi à l'examen de M. H. Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Cours du Collège de France de 1880 *à* 1904 *et Travaux du laboratoire de* 1875 *à* 1904, par M. Ch.-A. François-Franck.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète à courte période* 1904 *e* (*Borrelly*, 28 *déc.* 1904). Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Lœwy.

Les observations de cet astre s'étendant maintenant sur près d'un mois, on a pu entreprendre une nouvelle recherche relative à son orbite, avec une base beaucoup plus sûre; les résultats confirment pleinement le caractère périodique de cette comète, caractère que l'on avait déjà indiqué ici comme très probable.

On a pris cette fois, comme point de départ, les lieux suivants :

1905.	λ 1905,0.	β 1905,0.
Janvier 0,5	14°.22′.15″,97	−15°. 6′. 1″,80
6,5	18.15.30,28	−11.22.42,00
10,5	20.55.11,75	− 8.58.29,06
26,26764	31.47.45,53	− 0.18.59,82

Les trois premiers d'entre eux sont des lieux normaux, reposant chacun respectivement sur neuf, six et sept observations; la dernière position résulte d'une mesure que M. Bigourdan a bien voulu faire à notre intention, et qui est en parfait accord avec une observation du même jour que vient de nous communiquer M. le Directeur de l'Observatoire de Besançon.

On a utilisé la méthode de la variation des distances géocentriques extrêmes; après plusieurs essais, dont on ne croit pas utile de donner ici le détail, on a été amené à considérer l'orbite suivante comme la plus probable :

$$T = 1905 \text{ janvier } 16{,}65370, \text{ temps moyen de Paris.}$$

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 76^\circ.41'.34'',49 \\ i &= 30.31.58,75 \\ \omega &= 352.13.58,98 \end{aligned}\right\} 1905{,}0$$

$$\log q = 0{,}145175,$$
$$\log e = 9{,}792206,$$
$$\mu = 503''932.$$

Ce système, en effet, ne laisse subsister, dans les lieux intermédiaires, que les écarts suivants qu'on ne peut guère espérer plus faibles avec un calcul à six décimales :

		$d\lambda$.	$d\beta$.
O — C	Janvier 6,5	−0″,16	+0″,22
	10,5	−0,58	−0,24

Il semble donc que le nouvel astre, découvert par M. Borrelly, est venu augmenter

le nombre des comètes à courte période; le système précédent conduit à une durée de révolution d'environ 7 ans.

ASTRONOMIE. — *Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre* 1904. Note de Dom **M. Amann** et Dom **Cl. Rozet**, présentée par M. Wolf.

Au cours des observations de Saturne, faites à Aoste (Italie) dans les derniers mois de 1904, nous avons constaté sur les anneaux de cette planète une particularité qu'il nous paraît bon de signaler.

Le 20 octobre dernier, le premier des deux observateurs apercevait assez facilement, à une certaine distance de l'ombre de Saturne projetée sur son anneau, une autre ombre plus étroite et bien moins accentuée, qui traversait sous forme de ligne courbe les anneaux dans toute leur largeur.

Par suite de la convexité des anneaux, l'ombre de la planète présente à son bord extérieur une courbure concave; la nouvelle ombre présente, elle aussi, une courbure, mais de sens contraire à la précédente. Cette inflexion a été constamment observée.

Entre le 20 octobre et le 15 novembre, malgré une dizaine de bonnes observations, cette ombre n'a pas été remarquée; mais, à partir du 15 novembre jusqu'à la fin de décembre, elle est indiquée sur tous nos dessins, au nombre de 26 [1].

Sa courbure, très prononcée le 15 novembre, a depuis varié d'une façon irrégulière. Nettement définie du côté de la planète, l'ombre allait en s'atténuant à l'extérieur; en outre la partie située sur l'anneau intérieur était toujours plus large et plus accentuée que l'autre partie, qui, le 20 novembre, fut invisible.

Deux dessins du second observateur, faits les 28 et 29 novembre, montrent l'existence d'une troisième ligne d'ombre, plus mince et plus faible que la précédente, très rapprochée de l'ombre principale due à la planète. Enfin, sept dessins exécutés du 22 au 27 décembre indiquent nettement une bifurcation de la partie de l'ombre secondaire projetée sur l'anneau intérieur. Cette ombre alors est assez bien représentée par la lettre γ.

Les mesures prises sur les dessins donnent pour la distance de l'ombre au bord du disque une valeur moyenne de 0,13, le diamètre équatorial de Saturne étant 1. Les valeurs extrêmes sont de 0,11 et 0,16, cette dernière étant fournie par les observations de décembre.

La portion des anneaux comprise entre l'ombre de la planète et celle qui fait l'objet de la présente Note nous a paru d'ordinaire plus brillante que les autres parties éclairées de ces anneaux.

---

[1] Après le 27 décembre, les perturbations atmosphériques et la position de Saturne trop rapprochée de l'horizon n'ont plus permis de poursuivre ces observations.

Ces diverses indications prouvent suffisamment que la ligne sombre dont il est question n'appartient pas aux anneaux, n'est pas une tache, puisqu'elle n'est pas entraînée dans leur mouvement de rotation. Est-ce une ombre véritable, résultant d'une interception des rayons solaires par un corps opaque? De prime abord on pourrait le supposer; mais l'éclat plus accentué de la portion des anneaux comprise entre la ligne sombre et la partie éclipsée par la planète fait penser plutôt à une déviation, par réfraction, de la lumière du Soleil aux environs de la planète. Les rayons lumineux ainsi déviés laisseraient naturellement une région moins éclairée entre la zone de concentration et le reste de l'anneau éclairé normalement.

Il est à remarquer que les rayons solaires qui éclairent la portion susdite, plus lumineuse, des anneaux, passent à la latitude de la région actuellement la plus tourmentée de Saturne, celle de la zone obscure de l'hémisphère nord.

L'instrument qui nous a servi pour ces observations est un équatorial de 170^{mm} d'ouverture utile et de $2^{m},02$ de longueur focale. Les différents oculaires employés donnaient des grossissements compris entre 157 et 350 fois. Quant aux conditions atmosphériques, elles ne laissaient généralement rien à désirer (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des ensembles fermés.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Émile Picard.

Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Riesz indique une intéressante généralisation d'un théorème que j'ai donné en 1894 dans ma Thèse, et utilisé depuis dans plusieurs travaux. Cette généralisation a été donnée pour la première fois par M. Henri Lebesgue, dont la démonstration est à peu près identique à celle que donne M. Riesz (voir, pour plus de détails, Lebesgue, *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions*

(1) Pour nous rendre compte des conditions atmosphériques aux jours des observations, nous avons répété les expériences sur la scintillation que M. Bourget fit au Pic du Midi (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1419). Les nombres obtenus à l'équatorial de 170^{mm} pour le rayon de courbure des ondes lumineuses varient de 6300^{m} à 20400^{m}.

On peut encore ajouter comme preuve de la netteté des images que, le 24 novembre, le 14 et le 20 décembre, nous avons remarqué que l'ombre de la planète était moins accentuée sur l'anneau intérieur que sur l'autre.

primitives, p. 105, et Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes*, p. 9).

Plus récemment, M. René Baire m'a communiqué une démonstration de la généralisation de M. Lebesgue, qui n'est pas plus simple que celle de M. Lebesgue, mais qui me paraît, à certains égards, intéressante. Voici comment on peut l'exposer, en se bornant au cas du continu à une dimension :

Soient donnés des intervalles tels que tout point du segment 0 — 1 soit *intérieur* à l'un d'eux (le mot *intérieur* est pris au sens étroit, c'est-à-dire que les extrémités d'un intervalle ne sont pas regardées comme intérieures à l'intervalle). A tout nombre x compris entre 0 et 1 on peut faire correspondre un nombre ε défini comme il suit : soient ab l'un des intervalles contenant x et h le plus petit des deux nombres positifs $x - a$ et $b - x$; le nombre ε est la limite supérieure des valeurs de h qui correspondent à tous les intervalles ab contenant x. Il est visible que le nombre ε ainsi défini est une fonction continue de x, lorsque x varie entre 0 et 1; cette fonction continue admet donc une limite inférieure η qu'elle atteint effectivement et qui, par suite, ne peut pas être nulle. En désignant par η' un nombre positif quelconque inférieur à η, il est visible que tout point x compris entre 0 et 1 est à l'intérieur d'un intervalle ab tel que $b - x$ et $x - a$ soient tous deux supérieurs au nombre déterminé η'; il est clair, dès lors, que l'on peut recouvrir tout l'intervalle 0 — 1 par un nombre d'intervalles au plus égal à l'entier immédiatement supérieur à $\frac{1}{\eta'}$; donc, par un nombre fini d'intervalles. C'est le résultat qu'on voulait démontrer.

Cette démonstration de M. Baire n'est pas sans analogie avec celle que Heine a donnée de l'uniformité de la continuité (*Journal de Crelle*, t. 74). C'est sans doute à cause de cette analogie que certains auteurs ont donné au théorème dont il est question le nom de *théorème de Heine-Borel.* Il semble d'ailleurs que l'on ait cru parfois que j'avais donné l'énoncé généralisé dû à M. Lebesgue, c'est-à-dire que l'on n'ait pas pris garde que mes deux démonstrations (dont la première a des points communs avec celle de M. Lebesgue) supposent toutes deux la dénombrabilité de l'ensemble des intervalles donnés. Je suis heureux que l'occasion me soit offerte de signaler la part qui est due à M. Lebesgue dans le théorème généralisé et ses applications (*voir* sa Thèse et les Livres cités plus haut).

La propriété énoncée dans ce théorème *caractérise* les ensembles fermés. [Voir Borel, *Contribution à l'analyse arithmétique du continu* (*Journal de M. Jordan*, 1903, p. 329, et O. Veblen, *The Heine-Borel theorem* (*Bulletin of the American mathematical Society*, 1904, p. 436).]

En d'autres termes, *pour qu'un ensemble* E *soit tel que, si chacun de ses*

points A *est intérieur à un ensemble fermé d'un même nombre de dimensions* e_A, *il en résulte que chacun de ses points est intérieur à un nombre fini d'ensembles choisis parmi les* e_A, *il est nécessaire et suffisant que l'ensemble* E *soit fermé.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Voici un certain nombre de résultats pris parmi les plus saillants de ceux que je viens d'obtenir au sujet des zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini.

I. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n, \ldots$ les zéros d'une fonction entière rangés par ordre de module croissant, et

$$r_n > (\log_{k_1} n)^{\frac{1}{\sigma}} \qquad (k_1 \text{ et } \sigma \text{ fixes}, k_1 > 0, |\alpha_n| = r_n),$$

dès que n est assez grand. J'appellerai *produit canonique de facteurs primaires* corrélatif le produit

$$\Phi(z) = \Pi\left(1 - \frac{z}{\alpha_n}\right) e^{\frac{z}{\alpha_n} + \frac{z^2}{2\alpha_n^2} + \ldots + \frac{z^{\rho_n}}{\rho_n \alpha_n^{\rho_n}}},$$

où $\rho_n = \tau_n \log n$, τ_n restant compris entre deux limites fixes arbitraires > 0. Alors, quand $|z| = r$ est assez grand,

$$|\Phi(z)| \leqq e_{k_1+1}(r^{\sigma+\varepsilon}) \quad (^1).$$

$\Phi(z)$ *est une fonction entière d'ordre non transfini* (k, ρ). *On a (pour* n *assez grand)*

$$r_n > (\log_k n)^{\frac{1}{\rho+\varepsilon'}},$$

et, pour une infinité de valeurs de n,

$$r_n \leqq (\log_k n)^{\frac{1}{\rho-\varepsilon'}}.$$

II. 1° Étant donnée une fonction entière $F(z)$ d'ordre (k, ρ) non transfini (k ou $\rho > 0$), si l'on décrit autour de chaque zéro α_n comme centre

---

(1) $\varepsilon, \varepsilon', \ldots$ sont toujours des quantités fixes positives, qu'on peut prendre aussi petites qu'on veut dès que n est assez grand.

un cercle Γ_n de rayon $\eta = e_{k_2}(r_n^{\tau})^{-1}$, avec (k_2, τ) quelconque $> (k, \rho)$ [1], *en tout point extérieur à ces cercles dès que* $r = |z|$ *est assez grand, on a*

$$|F(z)| > e_{k_2+1}(r^{\tau_1})^{-1}$$

[τ_1 *arbitraire, pourvu que* $(k_2, \tau_1) > (k, \rho)$].

La surface totale des cercles Γ_n est limitée.

2° *Pour une fonction entière d'ordre* $\geqq (k, \rho)$, *on peut déterminer une suite indéfinie de couronnes circulaires* D *ayant leur centre à l'origine et telles que, sur toute circonférence concentrique comprise dans une de ces couronnes, le maximum* M_r *du module de* $F(z)$ *pour* $|z| = r$ *soit* $\geqq e_{k+1}(r^{\rho-\varepsilon_1})$. La surface totale de ces couronnes D est infinie.

3° Soient une fonction entière

$$F(z) = \sum a_m z^m$$

d'ordre (k, ρ), (k ou $\rho > 0$); ..., m_1, m_2, ... les valeurs de m croissantes pour lesquelles

$$|a_m^{-1}| \leqq (\log_k m)^{\left(\frac{1}{\rho}+\varepsilon\right)m}.$$

La condition nécessaire et suffisante pour que $F(z)$ *ait sa croissance régulière est que*

$$\lim\left(\frac{\log_{k+1} m_2}{\log_{k+1} m_1}\right) = 1 \qquad \text{pour } m_1 = \infty.$$

4° Soit $G(z)$ une fonction entière : *si* $e^{G(z)}$ *est d'ordre* (k, ρ) *non transfini,* $G(z)$ *est d'ordre* $(k-1, \rho)$, $(k > 0)$.

III. Soient $A_1(z)$, ..., $A_\nu(z)$ des fonctions quasi-entières ou quasi-méromorphes aux environs du point essentiel isolé $z = \infty$, et $u(z)$ la fonction à ν branches définie par

$$f(z, u) = u^\nu + u^{\nu-1} A_1(z) + \ldots + A_\nu(z) = 0.$$

Si (k, ρ) est le maximum des ordres apparents de A_1, ..., A_ν, $f(z, u)$ *ne peut avoir :* 1° *son ordre apparent* $< (k, \rho)$ *pour plus de* μ *valeurs finies distinctes de* u, *et* $\mu \leqq \nu - 1$; 2° *son ordre réel fini* $< (k, \rho)$ *pour plus de* $\mu + \mu_1$ *valeurs finies distinctes de* u, *et* $\mu_1 \leqq \nu$, $\mu + \mu_1 \leqq 2\nu - 1$; 3° *son ordre*

[1] Ce qui veut dire que l'on a soit $k_2 > k$, soit $\tau < \rho$ avec $k_2 = k$.

réel des zéros $< (k, \rho)$ *pour plus de* $\mu + \mu_1 + 1 \leqq 2\nu$ *valeurs distinctes, finies ou non, de u.*

Ici l'*ordre réel des zéros* de $A_j(z)$ aux environs de $z = \infty$ est l'ordre du produit canonique formé avec ces zéros; de même, pour *l'ordre réel des pôles, l'ordre réel* (*proprement dit*) est le plus grand de ces deux ordres.

IV. J'ai pu également étendre à peu près complètement aux fonctions entières d'ordre infini non transfini les théorèmes de M. Borel sur la régularité de la distribution des zéros d'une fonction entière d'ordre fini. Ainsi, *quand une fonction entière d'ordre réel et apparent* (k, ρ) *n'a pas sa croissance régulière, la distribution de ses zéros est irrégulière.*

GÉOGRAPHIE. — *Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'astrolabe à prisme.* Note de M. **Driencourt**, présentée par M. Guyou.

L'Académie, en décernant il y a deux ans le prix *Binoux* à M. A. Claude pour son *Astrolabe à prisme* a proclamé, par la voix autorisée de son rapporteur, la précision merveilleuse avec laquelle on peut, en une heure d'observations par nuit claire, déterminer la latitude et l'heure locale à l'aide de cet instrument. L'affirmation du commandant Guyou était basée sur l'inspection des nombreux résultats que nous avions obtenus à l'Observatoire de Montsouris en 1901 et 1902, M. Claude et moi, en nous plaçant dans les conditions mêmes où l'on se trouve en cours de campagne. La possibilité d'atteindre la même précision en voyage ne pouvait guère faire de doute pour quiconque s'était servi de l'instrument et connaissait la manière de traiter les observations. Toutefois aucune expérience n'était encore venue corroborer cette opinion. Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie permettent de combler cette lacune. Ils ont été obtenus par mon collègue M. Cot et moi au cours de la campagne hydrographique de 17 mois que nous venons de faire sur les côtes de Madagascar et durant laquelle nous avons fait usage systématiquement de l'astrolabe de M. Claude toutes les fois qu'il s'est agi de déterminer la latitude ou l'heure en vue du transport du temps.

Je rappelle que cet instrument sert à observer l'instant où la hauteur apparente d'un astre atteint une valeur *rigoureusement invariable* voisine de 60°. La haute précision d'observation qui résulte du fort grossissement

de sa lunette et le grand nombre d'étoiles qu'il permet d'observer en un temps suffisamment court, joints à cette égalité absolue de hauteur, en font, pour cette hauteur unique, le véritable instrument de la méthode des hauteurs égales de Gauss généralisée dont le principe est le suivant :

Si l'on connaissait exactement la hauteur vraie, chaque étoile observée fournirait, pour l'heure de l'observation, un lieu géométrique de la position du zénith perpendiculaire à la direction de l'astre. En ramenant toutes les observations à une même heure de la montre au moyen des heures notées et de la marche supposée connue, on aurait une série de lieux géométriques de la position du zénith à cet instant qui, abstraction faite des erreurs d'observation et de celles des positions d'étoiles, se couperaient au même point. En employant dans le calcul au lieu de la hauteur vraie inconnue une hauteur approchée, on obtient des lieux géométriques tangents à un petit cercle qui a pour centre le zénith et pour rayon l'erreur de la hauteur. Il importe seulement dans l'application, tant pour le choix des étoiles à observer en vue de la meilleure détermination de ce petit cercle que pour son tracé sur le graphique à grande échelle, d'avoir égard à la précision relative de chacun des lieux géométriques, laquelle, en un même lieu, varie avec l'azimut de l'astre.

I. A Madagascar même, nous avons été amenés, par nos travaux, à observer aux cinq points suivants : Nosy Maroantaly et Cap Bepoaka sur la côte ouest, Majunga et Hellville sur la côte nord-ouest, et Antsirana (baie de Diégo-Suarez). En ces trois derniers, comme il ne s'agissait que d'obtenir l'heure, la latitude ayant été déterminée antérieurement au moyen d'un petit cercle méridien portatif, nous aurions pu nous contenter de prendre des étoiles horaires. Nous avons préféré cependant observer dans toutes les directions, car il y a avantage, même lorsqu'on ne cherche qu'une des inconnues, à prendre le problème dans toute sa généralité. Nous avons ainsi obtenu de nouvelles valeurs des latitudes des piliers méridiens de Majunga, Hellville et Antsirana dont la comparaison avec les anciennes va nous permettre de juger de la précision relative des déterminations de latitude avec les deux instruments.

Le Tableau suivant résume les résultats fournis par nos observations en ce qui concerne les latitudes et donne en regard, pour les trois derniers points, les chiffres correspondants obtenus avec le cercle méridien.

	Astrolabe à prisme.				Cercle méridien.			Différence : astrolabe — cercle méridien.
Nom du lieu.	Date.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Latitude adoptée.	Nombre de soirées.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	
Nosy Maroantaly (pointe nord).	27/ 7/03	22	18°.24'.59",4 S.	18°.24'.59",4 S.	»	»	»	»
	30/ 8 »	18	59,7					
	28/ 9 »	21	59,6					
	29/10 »	17	59,2					

Nom du lieu.	Astrolabe à prisme. Date.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Latitude adoptée.	Cercle méridien. Nombre de soirées.	Nombre d'étoiles.	Latitude observée.	Différence : astrolabe — cercle méridien.
Cap Bepoaka (n^{eau} signal).	14/11/03	20	17°.53'.13",5 S.	17°.53'.14",0 S.	»	»	»	»
	12/ 2/04	28	14,2					
	12/ 2/04	19	14,2					
Majunga (pilier méridien).	2/ 8/03	17	15.43.22,5 S.	15.43.22,3 S.	2	44	15°.43'.24",2 S. (M. Favé.)	−1",9
	31/ 9/ »	21	22,5					
	3/11/ »	13	21,7					
Hellville (pilier méridien).	4/10/03	18	13.24.23,5 S.	13.24.23,5 S.	5	61	15.24.23,4 S. (M. Favé.)	+0,1
Antsirana (pilier méridien).	27/ 3/04	18	12.16.20,8 S.	12.16.20,3 S.	4	59	12.16.19,6 S. (M. Favé.)	+0,7
	19/ 4/ »	31	20,4					
	24/ 4/ »	19	20,0				12.16.23,4 S. (M. Mion.)	−3,1
	24/ 4/ »	22	20,2					

A part le résultat du 3 novembre à Majunga qui présente quelque incertitude en raison de la variation rapide de marche du compteur dans le cours des observations, et auquel pour ce motif nous avons donné un poids $\frac{1}{2}$, on voit que tous les résultats obtenus en une heure s'écartent au plus d'une demi-seconde de la latitude adoptée correspondante. Ainsi, quoique, par suite de la pénurie d'étoiles bien déterminées dans l'hémisphère sud, nous n'ayons pu en observer que 20 en moyenne par série d'une heure au lieu de 30 que nous avions à Montsouris, l'écart maximum reste sensiblement le même.

Les résultats partiels pour un même point étant absolument indépendants les uns des autres, on peut en conclure que l'erreur de chacun d'eux et *a fortiori* celle de chaque moyenne ne dépasse pas une demi-seconde d'arc.

Partant de là, le Tableau montre :

1° Qu'à Majunga, la latitude fournie par deux longues soirées d'observations au cercle méridien est erronée d'au moins 1",4;

2° Qu'à Hellville, l'astrolabe, en une heure d'observations, a donné à 0",1 près le chiffre qui résulte de 5 soirées au cercle méridien avec 61 étoiles;

3° Enfin qu'à Diégo, M. Favé, en 4 soirées avec 59 étoiles, a obtenu un résultat moins approché que l'un quelconque des nôtres, et M. Mion, en 3 soirées avec 17 étoiles seulement il est vrai, a trouvé un chiffre qui s'écarte du véritable d'au moins 2",6.

C'est à dessein que je cite les noms de ces deux habiles observateurs pour montrer que le petit cercle méridien ne peut guère donner mieux que ce que l'on vient de voir et que, pour obtenir avec cet instrument une latitude aussi précise qu'avec l'astrolabe en une heure, il faut un assez grand nombre de soirées.

II. La *Nièvre* ayant été envoyée à la Réunion à la suite du cyclone du 21 mars 1904 pour porter les secours de la colonie de Madagascar, nous avons profité de ce voyage pour déterminer la position géographique du mât de signaux du Port des Galets en nous servant de l'astrolabe à prisme. Nous avons obtenu pour la latitude de ce point :

Par les observations du 11 avril 1904................ 20°55'34",5 S.
» 12 » .... 20°55'34",9 S.

La soirée du 11 a été fortement contrariée par les nuages et le tracé du cercle tangent aux droites de hauteur présente une légère incertitude. Celui du 12, au contraire, est bien déterminé. Nous adoptons, en conséquence, le résultat du 12, 20°55′34″,9 ou en chiffres ronds 20°55′35″ S.

III. L'examen des graphiques d'observations montre que l'état du compteur est obtenu, en général, à 0^s,05 près, erreur à peine supérieure à celle de la latitude : c'est la conclusion à laquelle nous étions arrivés, M. Claude et moi, en 1902, avec les observations faites à Montsouris.

Quant aux différences de longitude par transport de temps qui se déduisent des états ainsi déterminés, elles se ressentent très nettement de leur exactitude, mais il est évident qu'elles ne peuvent rien ajouter à la preuve fournie par les graphiques et, pour cette raison, elles ne sauraient trouver place ici.

PHYSIQUE. — *Sur un enregistreur des ions de l'atmosphère.* Note de MM. **P. Langevin** et **M. Moulin**, présentée par M. Mascart.

I. Les mesures que nous poursuivons au sommet de la tour Eiffel sur le nombre d'ions contenus normalement dans l'air nous ont montré, conformément aux résultats obtenus en Allemagne par d'autres expérimentateurs, l'existence de variations continuelles et rapides. D'où la nécessité de transformer la méthode d'Ebert pour obtenir un enregistrement continu qui soit applicable aussi bien aux ions ordinaires de grande mobilité qu'aux gros ions dont l'existence et l'importance numérique ont été signalées dans une Note présentée par l'un de nous dans la dernière séance. L'énorme différence des mobilités de ces deux sortes d'ions nécessite l'emploi d'enregistreurs différents, basés néanmoins sur le même principe.

II. Nous avons pu réaliser un appareil de ce genre qui fonctionne actuellement au Collège de France et que nous installerons prochainement au sommet de la tour Eiffel.

Un courant d'air puisé à l'extérieur par un aspirateur rotatif que commande une turbine à eau (ou un petit moteur électrique), *dont le fonctionnement n'a pas besoin d'être régulier,* passe d'abord dans un condensateur cylindrique (¹) de capacité C

(¹) Nous nous sommes assurés, par des expériences comparatives, que le passage de l'air dans des tubes métalliques mêmes coudés, avant son arrivée dans le condensateur, ne modifie pas appréciablement les résultats si le séjour dans ces tubes est suffisamment court.

qui peut être chargé par une batterie d'accumulateurs sous une différence de potentiel V et dont l'électrode intérieure peut communiquer, soit avec l'une des paires de quadrants d'un électromètre du genre Curie, très amorti par un dispositif magnétique spécial et dont l'aiguille est chargée, soit avec la cage de cet électromètre maintenue au même potentiel que l'autre paire de quadrants, que l'un des pôles de la batterie V et que les écrans conducteurs disposés autour des canalisations; nous prendrons ce potentiel commun pour zéro. L'autre pôle de la batterie est à l'armature extérieure du condensateur.

Le courant d'air de débit U (environ 10^l par seconde) passe ensuite dans un anémomètre Richard qui peut être remplacé par un compteur à gaz pour les débits plus faibles employés dans les mesures relatives aux gros ions. La minuterie de l'anémomètre ou du compteur porte des contacts disposés de telle manière qu'après passage *d'un volume constant d'air* (7^{m^3} pour l'anémomètre) un mouvement d'horlogerie se déclanche qui accomplit, au moyen de cames convenables, les opérations suivantes :

1° L'électrode E, qui recueillait les ions d'un certain signe et communiquait avec l'électromètre, est séparée de celui-ci qui reste isolé, et ramenée au potentiel zéro où elle est maintenue pendant un temps très court, suffisant pour qu'une came voisine réalise l'inversion du champ dans le condensateur C en inversant les connexions de la batterie V. L'électrode est ensuite isolée et recueille les ions du signe contraire au précédent.

2° L'électromètre qui vient d'être isolé, et qui avait dévié d'une quantité proportionnelle au nombre d'ions recueilli pendant la période précédente, reste isolé pendant un temps suffisant pour que la position atteinte par l'aiguille se marque nettement, grâce à un faisceau lumineux réfléchi, sur un papier sensible que porte un cylindre tournant placé à 1^m environ du miroir de l'électromètre derrière une fente horizontale.

3° Après quelques secondes, l'électromètre est ramené au zéro, où il se fixe presque immédiatement, grâce à son amortissement, et où il reste un temps suffisant pour que cette position se marque à son tour.

4° Enfin l'électromètre est isolé de nouveau et remis en communication avec l'électrode E qui partage avec lui les charges qu'elle a recueillies depuis l'opération 1°, l'ensemble des opérations ultérieures ayant demandé 60 secondes environ. L'électromètre dévie, et cette déviation augmente jusqu'à ce que le volume d'air fixé ait de nouveau passé dans l'anémomètre, en 10 à 15 minutes. Un nouveau contact se produit alors dans la minuterie et la même série d'opérations se répète, alternativement pour les ions des deux signes. On obtient ainsi deux ou trois points par heure pour chaque signe.

La condition pour que l'appareil ait recueilli tous les ions de mobilité supérieure à k est d'après la Note citée :

$$x = \frac{4\pi C}{U} V > \frac{1}{k}.$$

Si l'on veut enregistrer seulement les charges portées par les ions ordinaires, de grande mobilité ($k = 500$ environ si V est mesuré en unités

électrostatiques), on doit employer une capacité faible et de gros débits. Pour mesurer au contraire la totalité des charges portées par les ions petits et gros ($k < \frac{1}{10}$) il faut un débit faible et une grande capacité.

III. Nous pensons pouvoir supprimer l'aspirateur rotatif en utilisant, pour produire le courant d'air à travers l'appareil, le vent qui règne toujours au sommet de la tour Eiffel; nous avons fait construire à cet effet une cheminée coudée tournante, munie d'une girouette que le vent orientera de manière à diriger vers le point d'où il vient l'orifice de la cheminée et à souffler toujours dans l'appareil de mesure. Cet orifice est muni d'un volet à ressort, qui se ferme à mesure que la force du vent augmente et empêche ainsi le débit de varier dans de trop larges limites.

IV. En dehors de l'appareil précédent qui fonctionne en ce moment, nous avons à l'étude un autre enregistreur où serait évitée la complication de remise au zéro périodique de l'électromètre, celui-ci prenant une déviation constamment proportionnelle au nombre d'ions de même signe contenus dans l'air, grâce au dispositif suivant :

Le système isolé électrode-électromètre qui reçoit par unité de temps sous forme d'ions une quantité d'électricité égale à pU, si p est la densité en volume dans l'air des charges portées par les ions soumis à la mesure, est mis en contact par la minuterie de l'anémomètre ou du compteur, c'est-à-dire, par unité de temps, un nombre de fois proportionnel à U, avec un petit conducteur isolé primitivement au potentiel zéro, qui prendra à l'électromètre une charge proportionnelle chaque fois au potentiel de celui-ci, c'est-à-dire à sa déviation δ, et par unité de temps $c\mathrm{U}\delta$, si c est une constante.

La condition de régime permanent est donc

$$c\mathrm{U}\delta = p\mathrm{U}, \qquad \text{d'où} \qquad p = c\delta;$$

la densité cherchée des charges et le nombre des ions sont donc, à chaque instant, proportionnels à la déviation δ.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la trempe des bronzes*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. A. Ditte.

On sait que la trempe adoucit certains bronzes. Ce fait est mis en pratique dans la fabrication des tam-tams. D'autre part, M. Riche a montré

que des bronzes assez riches en étain (15 à 20 pour 100) sont malléables à chaud, tandis qu'ils sont brisants à froid.

Nous basant sur le remarquable diagramme établi par MM. Heycock et Neville qui détermine la constitution des alliages cuivre-étain, nous avons cherché à préciser l'influence de la trempe sur les propriétés mécaniques.

A cet effet, nous avons soumis à des trempes, dont la température variait de 300° à 800°, des bronzes renfermant de 5 à 21 pour 100 d'étain.

Les Tableaux suivants résument les principaux résultats obtenus :

Type I. — Cu = 79. Sn = 21.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	20,0	5,5	0
550°	38,6	12,2	2,8
650	38,3	11,1	0,7
700	35,8	21,2	2,9
750	35,2	23,2	1,5

Type II. — Cu = 84. Sn = 16.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	25	4,7	1,4
300°	22	?	0
400	24,4	?	0
500	19,4	5,6	1,4
550	40,1	10,1	5,9
600	42,6	?	3,6
650	36,3	?	1,4
700	34,4	?	2,9
750	29,6	?	5

Type III. — Cu = 87. Sn = 13.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	24,1	13,7	3
500°	21,7	14,0	3
550	23,7	?	5
600	28,0	10,5	10
650	28,0	8,4	9
700	28,0	10,4	13
750	30,5	?	19
800	25,4	8,4	9

Type IV. — Cu = 91. Sn = 59.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	25,4	10,3	16,5
400°	18,4	10,5	14
500	18,4	10,5	11,5
600	25	9,2	23,5
700	25	10,5	23,5
800	20,7	7,1	30
900	3,9	3,9	2

Type V. — Cu = 95. Sn = 5.

Température de trempe.	R.	E.	A pour 100.
Non trempé.	19,2	?	20
300°	24,0	10,3	27,5
450	24,6	11,1	27
550	23,4	6,8	28
600	21,0	?	27
650	19,3	6,1	25
700	19,3	4,8	20
750	19,2	7,5	22
800	6,7	?	3

En rapprochant ces différents résultats on voit que :

1° Les alliages renfermant plus de 92 pour 100 de cuivre voient leur charge de rupture augmenter un peu par trempe à basse température entre 400° et 600°. Les allongements subissent des variations analogues;

2° Pour des métaux contenant moins de 92 pour 100 de cuivre, la charge de rupture et les allongements croissent très nettement dès que la température de trempe dépasse 500°. Ceci est absolument en accord avec le diagramme de MM. Heycock et Neville.

Le maximum de la charge de rupture est atteint quel que soit le bronze pour une trempe faite aux environs de 600°.

Le maximum des allongements paraît, au contraire, se déplacer avec la composition de l'alliage. Il a lieu par une trempe à 800° pour le bronze Cu = 91, Sn = 19; par une trempe à 600° pour l'alliage Cu = 79, Sn = 21.

La différence entre la charge de rupture du métal brut de coulée et celle du métal trempé à la température la meilleure est d'autant plus accentuée que la teneur en cuivre est plus faible.

Quoi qu'il en soit, on doit conclure que la trempe des bronzes faite entre 600° et 800° améliore considérablement les résultats des essais à la traction.

Il reste à voir l'influence de ce traitement sur la résistance au frottement. Il ne faut pas oublier en effet que, d'après les travaux de MM. Heycock et Neville, la trempe fait disparaître le composé $\delta(Cu^4Sn)$ qui est un corps très dur et peut jouer un rôle important dans le frottement.

En résumé, aux changements de constitution étudiés par MM. Heycock et Neville correspondent les transformations très remarquables des propriétés mécaniques que nous avons précisées dans cette étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sesquioxyde de fer colloïdal, modification brune.* Note de M. **P. Nicolardot**, présentée par M. Henri Moissan.

Les sels ferriques cristallisés sont blancs pour la plupart : azotate, sulfate, formiate, fluorure. Le sesquioxyde de fer normal devrait être blanc, et, en fait, on peut l'obtenir à cet état, pendant quelques instants, en versant dans l'ammoniaque refroidie une solution ferrique concentrée et de préparation récente; mais, dans l'eau ou dans l'alcool absolu, le sesquioxyde de fer, précipité de ses solutions neutres ou acides, est brun.

Cet oxyde précipité subit encore des modifications, et il devient peu à peu insoluble dans la plupart des acides. Les solutions ferriques elles-mêmes, comme on le sait depuis fort longtemps, se colorent sous l'action du temps, de la chaleur, de la dialyse. Elles deviennent très brunes ou rouges; elles contiennent alors, suivant l'opinion généralement admise, l'oxyde soluble de Graham ou l'oxyde soluble aussi de Péan de Saint-Gilles. On obtient aussi des précipités jaunes insolubles qui renferment une autre modification considérée, par tous les auteurs, comme étant la modification insoluble.

Par suite de quels phénomènes le sesquioxyde de fer, dont les sels cristallisés sont incolores, se présente-t-il sous des couleurs si diverses, noire, jaune ou rouge dans ses solutions ou à l'état de précipité? Quelle est la nature des combinaisons complexes étudiées par M. Béchamp ou des oxydes solubles de Graham et de Péan de Saint-Gilles? Comment relier des faits en apparence contradictoires et qui servent d'appuis aux théories les plus diverses?

On trouve une explication très simple de tous ces faits en admettant que la molécule de sesquioxyde de fer subit des condensations diverses et MM. Wyrouboff et Verneuil ont les premiers émis cette idée dans un remarquable Mémoire sur les oxydes condensés des terres rares.

Pour vérifier l'exactitude de cette hypothèse et déterminer la grandeur de la molé-

cule, je n'ai pas pu recourir aux méthodes physiques ou physicochimiques, puisque, la plus précise de toutes, la détermination de la densité de la vapeur, est ici inapplicable et que, d'après l'opinion générale de tous les physicochimistes, qui admettent l'existence d'une fonction *colloïde*, les substances colloïdales ne relèvent pas de la loi de Raoult.

J'ai eu recours à l'analyse chimique et j'ai cherché à déterminer quelle était la quantité d'eau contenue dans la molécule de sesquioxyde de fer, soit quand elle était combinée au radical acide, soit quand elle en était séparée par précipitation. Le composé initial ou l'hydrate ferrique que l'on en retirait étaient amenés à poids constant, toujours dans les mêmes conditions.

J'ai été amené ainsi à reconnaître l'existence de quatre modifications du sesquioxyde de fer dont les condensations diverses produisent les solutions brunes, jaunes ou rouges.

J'ai réussi en effet à obtenir des combinaisons solubles de la modification jaune. Je ne m'occuperai dans cette Note que des condensations présentées par la modification brune.

Cette modification existe dans les composés de M. Béchamp. Ce sont des combinaisons complexes neutres aux réactifs, comme certains composés de la Chimie organique, car le chlore n'est pas précipité par le nitrate d'argent, le fer n'est pas révélé par le ferrocyanure ni par le sulfocyanure de potassium. Le premier terme qui présente ces propriétés possède, selon ce savant, la composition $Fe^2Cl^6, 5Fe^2O^3$.

En dialysant ces composés, on arrive à un corps excessivement pauvre en chlore, considéré jusqu'ici comme du sesquioxyde soluble renfermant un peu de chlore comme impureté : l'hydrate colloïdal de Graham.

Par des méthodes spéciales, j'ai réussi à obtenir ces divers composés très purs et leur analyse m'a conduit aux formules suivantes :

	Composé total.	Oxyde.
Premier terme........	$(Fe^2O^3)_1^6\ (ClH)_1^6(H^2O)_{1,3}^{7,8}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^2]^x$
Termes intermédiaires.	$(Fe^2O^3)_{2,5}^{15}\ (ClH)_1^6(H^2O)_{3,8}^{22,8}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,86}]^x$
	$(Fe^2O^3)_{4,3}^{25,8}(ClH)_1^6(H^2O)_{5,7}^{32,2}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,8}]^x$
Corps de Graham.....	$(Fe^2O^3)_{22}^{144}\ (ClH)_1^6(H^2O)_{34,6}^{207,6}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,5}]^x$

D'autre part, à l'aide de la dialyse, j'ai pu retirer les composés bruns qui se forment, en versant goutte à goutte, dans l'eau bouillante, du perchlorure de fer concentré; les composés ainsi obtenus présentent les mêmes propriétés que ceux de M. Béchamp, comme eux, ils sont des colloïdes. Ils n'en diffèrent que par une solubilité moindre et une coloration moins intense. L'analyse de ces composés conduit à leur attribuer les formules suivantes :

	Composé total.	Oxyde.
Premier terme........	$(Fe^2O^3)_1^6\ (ClH)_1^6(H^2O)_1^6$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,5}]^x$
Termes intermédiaires.	$(Fe^2O^3)_{1,82}^{11}(ClH)_1^6(H^2O)_{1,75}^{10,5}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,4}]^x$
	$(Fe^2O^3)_4^{24}\ (ClH)_1^6(H^2O)_{4,16}^{25}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^{1,33}]^x$
Corps de Graham.....	$(Fe^2O^3)_{30}^{180}\ (ClH)_1^6(H^2O)_{30}^{180}$	$[(Fe^2O^3)(H^2O)^1]^x$

On peut passer des corps de M. Béchamp aux composés de la série parallèle en les

chauffant à 100°, soit à l'état sec pour les premiers termes, soit plus rapidement en solution. Inversement, les composés obtenus à chaud s'hydratent lentement en solution et tendent à passer à l'état de véritables composés de M. Béchamp.

J'ai étudié les composés analogues obtenus avec d'autres acides et, pour tous, j'ai trouvé un terme limite comparable, retenant toujours du brome, de l'iode, de l'acide nitrique. En outre, j'ai constaté que l'hydrate ferrique était un merveilleux réactif pour déterminer la valence d'un acide et aussi la présence de fonctions alcooliques dans les acides organiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la chloruration de la méthyléthylcétone.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

L'action du Cl sur la méthyléthylcétone a été étudiée pour la première fois par Vladesco ([1]) et a fourni à cet auteur deux dérivés : l'un dichloré, l'autre monochloré. A celui-ci l'auteur attribua la constitution

$$CH^3COCHClCH^3,$$

en se basant sur ce fait que, par saponification, il se transforme en

$$CH^3COCHOH.CH^3.$$

Quelques années plus tard, V. Reymenant ([2]), revenant sur cette question et opérant soit avec Cl, soit avec SO^2Cl, prépara à nouveau le dérivé monochloré de Vladesco, mais ne put retrouver le composé dichloré. Par contre, il décrivit un nouvel isomère monochloré bouillant à 125° et auquel il attribua la formule $CH^2ClCOC^2H^5$, en considération de ce que, par oxydation azotique, ce dérivé chloré fournit $CHCl^2CO^2H$.

Enfin, dernièrement, M. Kolshorn ([3]) indiqua incidemment, dans un travail sur les amino-alcools, qu'il avait obtenu, *à l'état impur*, l'isomère monochloré de Reymenant par action du Cl sur l'acétone aqueuse en présence du marbre. Il n'insiste pas du reste sur cette préparation au sujet de laquelle il ne donne pas de détails. C'est précisément la raison qui me décide à publier les résultats d'une étude que j'ai faite autrefois en vue de rechercher les meilleures conditions de préparation des dérivés mono-

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. VI, p. 407.
([2]) *Bull. Ac. R. de Belgique*, 1900, p. 724.
([3]) *Berichte*, 1904, p. 2474.

chlorés de la méthyléthylcétone. Ces recherches m'ont précisément conduit à adopter le procédé auquel l'auteur allemand fait allusion et qui n'est autre qu'une modification de la méthode que Fritsch a proposée pour la préparation de la monochloracétone.

J'ai constaté que les résultats obtenus dans une chloruration incomplète de la méthyléthylcétone sont à peu près équivalents quels que soient les chlorurants employés

$$(Cl, Cl + I, SOCl^2, Cl + H^2O + CaCO^3).$$

Néanmoins, c'est avec la solution aqueuse d'acétone, le chlore et le marbre qu'on obtient les produits les plus purs et le minimum de produits de queue. C'est donc ce dernier procédé que j'ai adopté et étudié en détail. J'ai observé, en outre, qu'en opérant à froid, ainsi que le recommandent la plupart des auteurs (Fritsch, Kolshorn), il se produit fréquemment des explosions dues à ce que, par action du Cl sur l'eau et le marbre, il se fait ClOH qui s'accumule dans l'eau pour ne réagir sur la cétone qu'à un certain moment en donnant une réaction très violente. Au contraire, en opérant vers 60°-70° on détruit l'acide hypochloreux sitôt que formé et l'on obtient une réaction très régulière et des rendements très avantageux.

Les meilleures conditions opératoires sont réalisées en partant d'un mélange de 5 parties de cétone, 2,5 parties de H^2O et 1 partie de marbre qu'on chlorure *rapidement* à la température de 70°. Après dissolution de tout le marbre, on décante la couche supérieure du liquide, on la sèche sur le $CaCl^2$, on chasse l'excès de cétone et l'on fractionne à la colonne. Dans une opération au cours de laquelle on a traité en 5 fois 3^kg^ de cétone industrielle, 1^kg^,250 de cétone ont été transformés et l'on a obtenu, après 7 tours de fractionnement à la colonne à 6 boules, 800^g^ d'un premier dérivé monochloré bouillant entre 113° et 118° et 205^g^ d'un second passant entre 131°-138°. Par trois rectifications à la colonne à 20 boules sous 30^mm^ on a amené la portion 113°-118° à bouillir à 40°-41° (H = 30^mm^) [soit 114-117, H = 760] et la portion 131°-138° à passer entre 59° et 60° (H = 30^mm^) [soit 134-136, H = 760].

La portion 114-117 est la cétone chlorée $CH^3CHClCOCH^3$, dont Vladesco a démontré la constitution en la transformant, par saponification, en $CH^3CHOH.COCH^3$. J'ai complété cette démonstration en transformant, par réduction, cet alcool cétonique en glycol $CH^3CHOH.CHOH.CH^3$. Quant à la cétone chlorée 134-136, c'est l'isomère que V. Reymenant a obtenu pour la première fois et qu'il donne comme bouillant à 125°. Cette divergence entre nos résultats provient vraisemblablement de ce que l'échantillon préparé par V. Reymenant était un mélange des deux isomères 114 et 134. Un dosage de Cl effectué sur le produit 134-136 m'a donné, pour C^4H^7ClO,

Cl trouvé	33,30
Cl calculé	33,33

Quant à la constitution de cet isomère, elle ne m'a pas paru suffisamment établie par ce fait que l'oxydation azotique de cette cétone chlorée fournit CH^2ClCO^2H. Nous ne

savons si les cétones halogénées suivent la loi de Poppof, déjà peu rigoureuse en ce qui concerne les cétones non substituées, par conséquent l'oxydation mentionnée ci-dessus ne nous apprend pas si nous avons affaire à $CH^2ClCOC^2H^5$ ou à $CH^3COCH^2CH^2Cl$. Pour lever cette indétermination, j'ai transformé la cétone chlorée en alcool cétonique qui, par réduction, m'a fourni le glycol $C^2H^5.CHOHCH^2OH$. Ce qui cette fois établit que le produit 134-136 a bien pour constitution $C^2H^5COCH^2Cl$.

Dans la réduction des alcools cétoniques $C^2H^5COCH^2OH$ et $CH^3COCHOHCH^3$, j'ai obtenu, à côté des glycols correspondants, de la méthyléthylcétone en quantités notables.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action de l'acide azotique dilué sur les fibres végétales.* Note de M. **Jardin**, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'acide azotique dilué peut, vis-à-vis de certains composés, même à la température ordinaire, jouer le rôle d'agent oxydant susceptible de produire très régulièrement des oxydations très douces. Ces oxydations m'ayant paru comparables aux oxydations produites par l'air et la lumière, j'ai songé à les appliquer aux fibres végétales dans le but de simplifier le traitement suranné et dispendieux des fibres blanchies par les procédés habituels des expositions nombreuses sur prés.

J'ai observé qu'après avoir soumis la cellulose du lin à l'action d'une lessive alcaline, puis d'une immersion dans l'acide chlorhydrique dilué, on pouvait remplacer les effets des longues expositions sur prés par des immersions de 5 ou 6 heures, à froid, dans l'acide nitrique dilué à 5 pour 1000 environ; chacune de ces immersions peut être suivie d'un traitement aux lessives alcalines, en vue de dissoudre les impuretés rendues solubles par l'oxydation. Après environ quatre oxydations, ainsi pratiquées, je me suis trouvé en présence de fibres dont l'état était en tout semblable, comme aspect, à celui des tissus de lin soumis six à huit fois à des expositions sur prés, avec une manipulation au moins trois fois plus longue.

Ce nouveau mode de blanchiment du lin, comparé avec les procédés usuels des expositions sur prés, a donné les résultats suivants :

I. *Perte de poids au blanchiment.* — Elle est sensiblement la même dans les deux cas.

II. *Allongement de la fibre.* — Les essais faits sur des faisceaux de 10 fils sur 100^{mm} de long, provenant d'un même fil de lin, ont donné pour le blanchiment azotique un allongement 40 à 50 pour 100 plus grand que pour le blanchiment sur prés.

III. *Résistance.* — Les essais comparatifs des faisceaux ci-dessus ont donné, pour le blanchiment azotique, une supériorité de 15 à 18 pour 100.

IV. L'*examen microscopique* a été fait après passage en solution iodée, puis en solution sulfurique glycérinée. Il a fait constater pour le blanchiment nitrique, comme

différences très nettement marquées, de très nombreuses cloisons transversales, un canal central parfaitement vidé, une homogénéité remarquable de la matière de la fibre et son affinité très régulière pour le colorant. Les fibres provenant des traitements habituels sur prés sont loin de montrer une pareille intégrité des cloisons transversales; le canal central n'y est jamais totalement vidé et la matière de la fibre s'y montre le plus souvent hétérogène et pigmentée.

En résumé, ces résultats montrent que les composés oxygénés de l'azote et spécialement l'acide azotique dilué sont susceptibles de provoquer des oxydations lentes des fibres végétales; ce procédé offre, sur le procédé d'oxydation par expositions sur prés, les avantages suivants : économie de temps et de main-d'œuvre, homogénéité parfaite de la fibre se prêtant à une imprégnation régulière de la matière colorante.

MINÉRALOGIE. — *Sur la fiedlerite*. Note de M. A. DE SCHULTEN, présentée par M. A. Lacroix.

M. A. Lacroix, ayant découvert une quantité notable d'assez grands cristaux de fiedlerite dans les scories plombeuses athéniennes immergées du Laurion, a bien voulu me confier l'examen chimique de ce minéral, dont la composition quantitative n'est pas connue, les très petits cristaux décrits par vom Rath n'ayant pu se prêter qu'à des essais qualitatifs.

Les cristaux sont incolores; leurs faces sont un peu ternes. Ils sont par conséquent légèrement altérés.

Chauffés dans un tube de verre étroit, au bec Bunsen, ils décrépitent et deviennent opaques en perdant de l'eau. Ils fondent ensuite en donnant, avec un sublimé de chlorure de plomb, une masse où l'on observe des cristaux tabulaires. La laurionite donne dans les mêmes conditions une masse fondue renfermant de longs prismes enchevêtrés (1).

Le minéral est assez facilement attaquable par l'eau froide. Des fragments de cristaux transparents exposés à l'action de l'eau pendant 1 heure deviennent opaques.

Il se dissout facilement à froid dans l'acide azotique sans dégagement d'acide carbonique.

La fiedlerite est un oxychlorure de plomb hydraté. Chauffé à 150° il perd son eau.

L'analyse quantitative a été faite avec $0^{g},5145$ de matière, après déduction de $0^{g},0020$ de gangue insoluble dans l'acide azotique à froid.

(1) A. DE SCHULTEN, *Bull. Soc. de Min.*, t. XX, 1897, p. 186.

L'analyse a fourni les nombres suivants qui conduisent à la formule

$$PbO, 2PbCl^2, H^2O \quad \text{ou} \quad 2PbOHCl, PbCl^2 :$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	17,48	17,80
Pb	51,01	51,95
PbO	29,02	27,99
H^2O	2,33	2,26
	99,84	100,00

Les cristaux étant légèrement altérés à la surface, il devient probable qu'ils ont subi l'action de l'eau qui leur a enlevé une petite quantité de chlorure de plomb. Ainsi s'expliquerait la différence entre les nombres donnés par l'analyse et ceux déduits de la formule.

La formule de la laurionite étant $PbO, PbCl^2, H^2O$ et celle de la penfieldite $PbO, 2PbCl^2$, la fiedlerite est ainsi surtout voisine du dernier composé; il n'en diffère, en effet, que par la présence de 1^{mol} d'eau. Aussi trouve-t-on la fiedlerite et la penfieldite associées dans les mêmes géodes des scories de Laurion, comme l'a déjà fait remarquer M. A. Lacroix ([1]).

La fiedlerite raye difficilement le calcaire; sa dureté est donc un peu supérieure à 3.

La densité, prise avec $0^g,51$ de matière, dans l'acétate d'amyle, a été trouvée égale à 5,88 par rapport à l'eau.

MINÉRALOGIE. — *Les sels de la région du Tchad.* Note de M. **H. Courtet**, présentée par M. A. Lacroix.

On peut considérer le Tchad comme la limite méridionale d'une vaste région du centre africain, s'étendant au nord, jusqu'à Bilma (18°30′ de lat. et 11° de long.), à l'ouest jusqu'à Agadès (17° de lat. et 6° de long.), et à l'est jusqu'au Dar Ouara (18° de lat. et 20° de long.), et dans laquelle abondent les sels alcalins.

Le gisement de Bilma est depuis longtemps connu et, selon Barth, il fournit deux espèces de sel : du chlorure de sodium ayant un goût amer, et un autre sel plus fin pouvant être utilisé par les Européens. Barth signale en outre sur les bords des bassins d'extraction la production de longues aiguilles salines (sulfate de magnésie?). Ce voyageur indique aussi qu'on

(1) A. Lacroix, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 955.

recueille du natron un peu au nord-est d'Agadès et que les grès de cette ville sont saturés de sel.

Nous avons étudié sur place (mission Chari-Lac Tchad) les alentours du Tchad. Les environs immédiats de la partie est et nord-est du lac sont caractérisés par une série de bassins ou de lagunes, communiquant plus ou moins avec lui au moment de la crue, et s'asséchant ensuite en abandonnant sur le sol des croûtes alcalines.

Une des lagunes que nous avons particulièrement explorée est celle de Grand Baissé. Au moment de son assèchement, la croûte saline de quelques millimètres d'épaisseur qui se forme sur le sol est constituée par un mélange de carbonate et de sulfate de soude (thénardite) [1] avec des traces de chlorure de sodium; plus tard, quand les eaux sont plus basses encore, la croûte est surtout formée par du sulfate de soude.

A 200^{km} environ à l'est du Tchad, la lagune de Rédéma a été aussi spécialement étudiée; son eau laisse sur le sol, après évaporation, une croûte de 5^{mm} d'épaisseur, renfermant surtout du chlorure de sodium avec du carbonate de chaux et un peu de carbonate et de sulfate de soude.

En outre de ces observations faites sur le terrain, nous nous sommes procuré de nombreux renseignements et des échantillons provenant d'autres régions qui n'ont pas été explorées jusqu'à présent. Il s'agit des gisements du Dar Ouara qui alimentent le Borkou, le Thibesti, le Ouadaï et le Baguirmi, et qui fournissent trois espèces de sels que j'ai étudiés dans le laboratoire de M. A. Lacroix au Muséum :

1° Le sel gemme que l'on trouve dans un endroit appelé *Toro* ou *Tourou* (Tourkechi), en couches stratifiées dans le lit du rahat Saraf, où il n'y a de l'eau qu'à la saison des pluies. En saison sèche, on creuse le sol à $0^m,40$ ou $0^m,50$ de profondeur et l'on recueille la roche par petits blocs de 8^{cm} à 12^{cm} d'épaisseur. C'est un sel à grands cristaux renfermant beaucoup de sulfate de magnésie (*epsomite*) qui s'effleurit à l'air sec.

2° Un sel gemme impur, en fragments de couleur rougeâtre, contenant près de 50 pour 100 de matières terreuses ou siliceuses et de menus galets roulés. On le trouve dans un endroit qui s'appelle *Ouadi-Démi*, appartenant aux Arabes Mohamid du Dar Ouara, et situé à l'est du Toro.

3° Le minéral désigné vulgairement sous le nom de *natron* et qui est constitué par l'espèce minérale le *trona* ($3Na^2O, 4CO^2, 5H^2O$), provenant du Ouadi-Démi.

Le trona du Dar Ouara constitue une véritable roche et offre la plus grande ressemblance avec celui des lacs Natron (Égypte). Il est débité par les indigènes en mor-

(1) Il existe aussi du sulfate hydraté; un échantillon que nous avions enfermé encore humide dans un tonnelet étanche a présenté au retour un nodule cristallisé de *mirabilite* qui a été analysé par M. Hébert (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 163) : sa cristallisation est d'origine secondaire, elle s'est produite au cours du voyage.

ceaux tabulaires de 6^{cm} à 8^{cm} d'épaisseur, de couleur gris-jaunâtre, à structure caverneuse. Leur cassure montre qu'ils sont constitués par des cristaux monocliniques, allongés suivant $ph^1(001)(100)$ et possédant un clivage facile suivant p, à éclat vitreux très vif. Ces cristaux, de longueur inégale, atteignent de 20^{mm} à 25^{mm} de longueur. Ils se groupent en agrégats fibro-bacillaires terminés par des pointements aigus, libres dans les cavités de la roche ou engagés dans de l'argile; leurs faces sont trop arrondies pour pouvoir être mesurées exactement. Il existe parfois une seconde génération de cristaux plus petits, implantés sur les premiers, ou constituant des masses blanches, à texture très lâche, qui remplissent leurs intervalles : on peut y constater l'aplatissement des cristaux suivant $a^1(\bar{1}01)$.

Enfin, dans le pays des Krédas, nommés aussi Gouranes, traversé par le Bahr-el-Ghazal (14° environ de latitude et 15° de longitude), une région nommée Sagarda renferme du trona en grandes tables, mais, au dire des indigènes, il n'existe pas de sel gemme dans la région.

Comme dernier renseignement, ajoutons que l'eau du puits du poste de Bédanga (11°40′ environ de latitude et 15°30′ de longitude) est alcaline.

Le trona est utilisé pour l'alimentation à défaut de sel gemme par les indigènes qui lui préfèrent toutefois le sel extrait de certaines plantes (mélange de chlorures de sodium et de potassium); ils s'en servent aussi pour la fabrication de leur tabac. Ils connaissent et utilisent en outre les propriétés purgatives du sulfate de soude.

BOTANIQUE. — *Sur le parasitisme de l'*Osyris alba. Note de M. A. **Fraysse**, présentée par M. Bornet.

Dans une précédente Note j'ai formulé quelques conclusions relatives à la biologie de l'*Osyris alba* et à l'anatomie des suçoirs. Celle-ci a pour objet principal de faire connaître la physiologie générale de ces mêmes suçoirs et les actions diverses du parasite sur son hôte.

A. *Physiologie.* — 1° Le parenchyme périphérique d'un suçoir complètement développé renferme beaucoup d'amidon. Cette substance est particulièrement abondante dans la région axiale. Il n'en existe que des traces dans la partie médiane et dans l'assise absorbante en contact avec les tissus de l'hôte.

2° Les suçoirs jeunes, en voie de développement, sont moins riches en matière amylacée. Elle se localise principalement autour du noyau méristématique central.

3° Toute racine attaquée par le parasite, perforée ou non, présente une région dépourvue d'amidon qui délimite la zone d'action du mamelon haustorial.

4° Le sucre réducteur se rencontre dans l'assise absorbante, le périderme de soudure, autour de la racine du parasite et dans la partie corticale de l'hôte comprise dans le rayon d'activité du suçoir. Le corps réducteur va de l'organe parasité, *où il*

prend naissance par transformation diastasique de l'amidon, au parasite. Il est en partie absorbé par ce dernier, en partie localisé sous forme de substance de réserve dans le sommet du mamelon.

5° Les suçoirs renferment des quantités très variables de matière grasse. Elle se localise très souvent dans les assises basilaires et vers le point d'épanouissement des vaisseaux.

6° Il existe dans tous les corps haustoriaux des diastases diverses parmi lesquelles on peut distinguer par leurs effets : *l'amylase, la cellulase, le ferment gommique*. Elles se rencontrent constamment en trois points bien déterminés :

Dans la dernière assise absorbante;

Dans la zone d'accolement;

Autour de la racine du parasite.

L'amylase, que l'on peut facilement extraire, solubilise l'amidon de l'hôte.

La cellulase agit sur tous les tissus; son action est très apparente sur les fibres péricycliques, les vaisseaux du bois et le parenchyme ligneux qui se colorent en brun et se désorganisent partiellement. Grâce à cette diastase, le cône de pénétration du suçoir peut arriver très loin, à l'intérieur de l'organe attaqué.

7° Les trachées et les trachéides se placent en contact intime avec les vaisseaux de l'hôte sans les perforer. Ils s'arrêtent à une faible distance de l'assise libéro-ligneuse dans les racines et pénètrent généralement jusqu'au centre dans les rhizomes.

B. *Actions du parasite sur son hôte.* — Elles se traduisent par :

1° La formation d'un tissu de défense issu d'une zone cambiforme;

2° L'activité souvent plus grande de l'assise libéro-ligneuse du côté du suçoir;

3° La formation de thylles provoquées par l'excitation du parasite : thylles d'obstruction et de défense nettement localisées dans le rayon d'activité du parasite;

4° Dépôts de mucilages divers dans beaucoup de cellules.

C. *Cicatrisation des plaies faites par le cône de pénétration du suçoir.* — La chute spontanée d'un suçoir est suivie d'un processus de cicatrisation dont voici les termes essentiels :

1° Liège peu épais correspondant à l'assise la plus interne du suçoir en voie de résorption.

2° Zone lignifiée de cellules plus allongées tangentiellement, ponctuées et très amylifères. Dans cette large zone, trois régions différenciées au point de vue de l'orientation des éléments anatomiques.

3° Assise libéro-ligneuse.

4° Liber.

5° Écorce avec beaucoup de fibres.

6° Périderme externe avec liège très développé.

7° Thylles nombreuses dans les vaisseaux du bois situés à l'intérieur des tissus cicatriciels.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les changements de composition du fruit des Cucurbitacées.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai étudié la proportion de sucres, de matières amylacées et d'eau qui se trouve dans les fruits d'un certain nombre de Cucurbitacées appartenant aux genres *Cucubita, Cucumis* et *Citrullus,* en les considérant successivement avant la maturité, au moment de la maturité et un temps plus ou moins long après la maturité. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus pour la race de *Cucurbita Pepo* dite Courge olive; les nombres donnés se rapportent à 100 parties de matière desséchée à 90°.

	Sucres réducteurs.	Sucres non réducteurs.	Matières amylacées.	Total.	Eau.
22 août...........	11,7	0,0	21,6	33,3	1360
4 septembre.....	6,1	0,3	39,6	46,0	1600
24 septembre.....	1,3	0,8	45,5	47,6	453
13 janvier.........	12,6	7,0	14,3	33,9	644
9 mars..........	10,9	5,4	8,7	25,0	752
12 juin..........	2,3	2,1	7,4	11,8	1354
22 juillet.........	0,9	2,1	5,2	8,2	1404

Le fruit du 22 août était à moitié formé; celui du 4 septembre avait cessé de s'accroître; celui du 24 septembre était mûr; enfin les fruits étudiés plus tard ont été cueillis mûrs à la fin de septembre et conservés ensuite dans une salle du laboratoire; lorsqu'ils ont été ouverts, ils avaient la même apparence extérieure qu'au moment de la récolte.

Les sucres relativement abondants dans le fruit jeune diminuent jusqu'à la maturité, passent alors par un minimum très bas, puis augmentent après la récolte et diminuent ensuite régulièrement. Les matières amylacées augmentent pendant toute la période de formation, passent par un maximum à la maturité et diminuent ensuite.

Il est facile d'interpréter ces résultats en comparant le fruit de la Courge à un tubercule amylacé tel que celui du Colchique. Pendant la période de formation, aussi bien dans le fruit que dans le tubercule, les matières amylacées se forment aux dépens des sucres et constituent la presque totalité des réserves hydrocarbonées au moment de la maturité du fruit et de la vie ralentie du tubercule. Ensuite, et après un temps de repos plus ou moins

long pendant lequel la composition change peu, la digestion des réserves commence. On sait que, dans les tubercules, les matières amylacées sont transformées par les diastases en maltose, puis en glucose qui est employé à la formation des tiges, des feuilles et du fruit. Dans le fruit de la Courge, les mêmes réactions se passent, l'amidon donne un mélange de sucres réducteurs et non réducteurs, puis les sucres sont décomposés à leur tour. Mais, dans ce cas, il n'y a pas formation de nouveaux organes. Les réserves hydrocarbonées servent seulement à entretenir la respiration; le sucre qui résulte de la digestion de l'amidon est décomposé en gaz carbonique qui se dégage et en eau qui reste dans les tissus.

L'étude des variations de l'eau vient d'ailleurs corroborer ces résultats. La proportion d'eau, très forte dans le fruit jeune, diminue rapidement pendant la maturation, passe par un minimum, puis augmente dans le fruit conservé après la récolte. On sait, d'autre part, que dans les tubercules l'eau varie de la même façon. La proportion d'eau très considérable qui se trouve dans un fruit conservé peut paraître extraordinaire, surtout si l'on sait que ce fruit est resté dans une atmosphère sèche, favorable à la transpiration; on peut cependant se l'expliquer par plusieurs considérations : d'abord, la matière sèche disparaissant en grande partie, par suite de la digestion, la proportion relative d'eau augmente par cela même; puis, la décomposition des hydrates de carbone par la respiration peut fournir une certaine quantité d'eau; il est nécessaire enfin que la transpiration soit fort affaiblie. Il y a là un exemple très net d'un végétal qui vit pendant presque un an d'une vie relativement active en n'empruntant au milieu extérieur d'autre aliment que l'oxygène. Cette vie indépendante peut même se prolonger pendant plus longtemps; j'ai conservé, en effet, dans une salle du laboratoire une Courge de Siam depuis le mois d'octobre 1902 jusqu'au mois de juin 1904. A cette époque la Courge avait toujours le même aspect extérieur, ses tissus étaient vivants et renfermaient 700 parties d'eau pour 100 de matière sèche, mais les réserves hydrocarbonées avaient presque entièrement disparu.

Les autres Cucurbitacées à réserves amylacées se conduisent à peu près comme la Courge olive; celles qui ont des réserves sucrées sont dans une certaine mesure comparables aux bulbes sucrés tels que l'oignon, le saccharose passant par un maximum au moment de la maturité. Dans tous les cas, les réserves du fruit mûr sont formées, puis digérées de la même façon que dans un bulbe ou un tubercule; mais, dans le fruit, cette digestion n'a pas d'utilité évidente pour la conservation de l'espèce.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition chimique et la signification des grains d'aleurone.* Note de M. S. **Posternak**, présentée par M. Armand Gautier.

Les grains d'aleurone se forment dans le contenu liquide des cellules, au moment où la graine à maturité commence à se dessécher, par un processus rappelant la cristallisation. En étudiant le mécanisme de ce processus, d'autant plus intéressant à élucider qu'il se passe dans un milieu essentiellement colloïde, je fus conduit à isoler et analyser ces éléments morphologiques. Je ne tardai pas à reconnaître que la conception courante du grain d'aleurone représentant la matière azotée de réserve des semences ne répond pas exactement à la réalité des faits et qu'il y a lieu de l'élargir considérablement. En effet, si les grains d'aleurone contiennent, en chiffres ronds, suivant leur provenance, de 50 à 75 pour 100, de matières albuminoïdes, il n'en est pas moins certain que 25 à 50 pour 100 de leur poids sont constitués par d'autres substances d'origine minérale ou organique. Ces dernières jouent nécessairement un rôle déterminé dans l'économie de la graine, ces matériaux emmagasinés résultant d'une sélection spéciale, d'une adaptation aux besoins de l'embryon. Parmi ces substances, j'ai signalé [1] un principe nouveau, l'acide anhydro-oxyméthylène-diphosphorique ou *phytine* (φυτον, plante). En outre il m'a été possible d'isoler des grains d'aleurone du sapin rouge un acide organique, donnant par hydrolyse un sucre réducteur et dont je poursuis actuellement l'étude. Enfin, l'analyse élémentaire d'un certain nombre de grains d'aleurone m'a démontré qu'ils contiennent en quantité considérable tous les éléments minéraux reconnus indispensables au développement de la plante.

Le grain d'aleurone nous apparaît, par conséquent, non seulement comme une matière azotée de réserve, mais aussi comme un *aliment minéral complet* de l'embryon végétal, ceci dit sans rien préjuger de la forme sous laquelle se présentent les éléments minéraux qui très probablement s'y trouvent, comme le phosphore, en combinaison organique.

Quelques mots sur la méthode de préparation des grains d'aleurone. Les semences oléagineuses se prêtent le mieux à leur séparation. On écrase les graines dans un mor-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 202 et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 17 octobre 1903.

tier ou entre deux cylindres. Les membranes externes se brisent, les membranes cellulaires éclatent. On épuise la poudre avec un dissolvant des graisses et l'on dessèche. On sépare alors à l'aide d'un tamis fin les grains d'aleurone qui s'échappent facilement des cellules rompues. Pour débarrasser la préparation des débris de membranes qu'elle contient encore, on la met en suspension dans l'éther sulfurique. Les impuretés tombent les premières au fond du vase. On décante le liquide surnageant, on filtre et l'on répète la même opération une ou deux fois. On obtient finalement une poudre blanche, légèrement teintée par la matière colorante des membranes externes et bien homogène à l'examen microscopique.

Dans le Tableau qui suit sont inscrits les résultats d'analyse des grains d'aleurone des semences de sapin rouge, de tournesol, de chènevis et de lupin blanc. Les dosages du carbone et de l'hydrogène n'ont pas été pratiqués. L'azote fut dosé d'après Kjeldahl, le soufre d'après Liebig, le phosphore après combustion avec le nitre et le carbonate de soude par la méthode molybdique.

	Sapin rouge.	Tournesol.	Chènevis.	Lupin blanc.
Az........	12,97	10,22	12,88	10,70
P..........	2,67	2,78	3,83	0,61
S..........	0,64	0,64	0,81	non dosé
Si.........	0,35	0,24	0,36	0,012
K..........	2,50	2,29	2,71	non dosé
Mg........	1,25	1,46	1,67	0,28
Ca.........	0,37	0,32	0,27	0,11
Fe.........	0,09	0,054	0,028	non dosé
Mn........	0,25	quantité faible non dosable	traces	0,11

La recherche du chlore et du sodium est restée négative.

On voit que, quelle que soit l'origine des grains d'aleurone, le plan suivant lequel ils sont composés est le même. On y constate l'absence complète des éléments inutiles à la vie de la plante et la présence constante des éléments minéraux indispensables en quantité qui méritait d'être notée. Il est tout à fait curieux de signaler dans ces grains d'aleurone la présence régulière et inattendue du silicium. La silice est considérée généralement comme partie constitutive des membranes cellulosiques, destinée à augmenter la résistance des tissus. L'embryon paraît en avoir besoin dès les premiers stades de son développement.

Le taux de manganèse dans les grains d'aleurone est beaucoup plus variable que celui des autres éléments. Presque nul dans les grains de chènevis, il atteint la valeur de 3 pour 100 environ des cendres pour le lupin blanc et de 2 pour 100 pour le sapin rouge. Cette variabilité semble indi-

quer que les fonctions du manganèse ne sont pas générales chez les plantes vertes, mais se manifestent de préférence dans la vie de certaines d'entre elles.

CHIMIE AGRICOLE. — *Préparation de moûts de pommes pratiquement stériles.* Note de M. G. PERRIER, présentée par M. A. Haller.

Dans la fabrication habituelle du cidre, les moûts obtenus par pression ou par diffusion sont abandonnés à la fermentation sans aucune addition de levures; aussi n'est-on pas maître de cette fermentation qui marche tantôt bien, tantôt mal, et fournit des cidres de qualité assez souvent médiocre et en tout cas rarement constante.

Dans une fabrication rationnelle on doit s'efforcer d'obtenir des moûts stériles de manière à pouvoir les ensemencer avec des levures pures, uniques ou mélangées, et obtenir des produits de bonne qualité.

De nombreuses expériences ont été faites dans le but de stériliser les moûts; toutes ont montré la grande altérabilité du jus de pommes sous l'influence des divers traitements (chaleur, antiseptiques, etc.) qu'on doit lui faire subir pour parvenir à ce résultat.

Ne pouvant stériliser les moûts qui renferment déjà les levures, j'ai cherché s'il n'était pas possible d'obtenir *directement* des moûts sans levures.

Les travaux de Pasteur ont montré que pour le raisin les germes étaient uniquement à la surface du fruit; il est généralement admis qu'il en est de même pour la pomme (les germes se trouvent principalement à l'œil). S'il en est bien ainsi on pouvait prévoir que les moûts obtenus avec des fruits stérilisés avant leur broyage seraient *stériles au point de vue des levures*.

Les expériences que je poursuis depuis 3 ans ont confirmé cette prévision.

Le stérilisant employé est la formaldéhyde en solution dans l'eau. Ce produit est d'élimination facile, c'est un antiseptique des plus puissants et de faibles doses suffisent pour détruire les ferments, avantage très appréciable au point de vue du prix de revient du procédé.

Les expériences (décembre 1902-1903-1904) ont porté successivement sur 1^{kg}, 5^{kg}, 800^{kg} et 1200^{kg} de pommes. Dans les premières les fruits étaient mis à macérer de 15 à 24 heures dans de l'eau formolée à 4 pour 1000 CH^2O pure. Ce long séjour occasionnait de légères pertes en sucre et pouvait rendre difficile l'application de la mé-

thode industriellement. J'ai donc cherché à réduire le temps de contact en portant le titre de l'eau formolée de 4 pour 1000 à 8 pour 1000. Les derniers essais ont alors été faits dans les conditions suivantes :

Les fruits, préalablement lavés à l'eau ordinaire, sont maintenus pendant 5 à 10 minutes dans l'eau formolée à 8 pour 1000, lavés une seconde fois à l'eau ordinaire pour enlever les traces de formol adhérentes, puis égouttés.

Leur broyage et leur pressurage s'effectuent ensuite à la manière habituelle en prenant la seule précaution de laver au préalable les appareils à l'eau formolée à 4 pour 1000.

Les moûts obtenus, soit purs, soit réunis, placés dans des touries de 70^l à 80^l, ne *fermentent pas*. Ils sont donc *stériles au point de vue des levures*, bien que ne répondant pas à la définition de la stérilité telle que l'entendent les bactériologistes, puisque, dans toutes les opérations ultérieures à la stérilisation, les fruits subissent le contact de l'air.

Des échantillons de ces moûts ont subi le voyage de Rennes à Buenos-Ayres aller et retour sans fermenter.

Les moûts obtenus par la méthode précédente ne renferment que des traces de formol qui disparaissent spontanément au bout de quelques jours, leur saveur et leur composition sont identiques à celles des moûts préparés avec des pommes n'ayant subi aucun traitement.

Par ensemencement ils fermentent régulièrement et fournissent des cidres de bonne qualité, des *cidres absolument naturels* ne renfermant *aucune trace de formol* (1).

Il ressort nettement de cette étude :

1° Que le formol permet une stérilisation des fruits et par suite l'obtention de moûts pratiquement stériles (au point de vue des levures) et sans autre goût que celui des fruits eux-mêmes;

2° Que les moûts ainsi obtenus supportent l'exportation;

3° Que ces moûts qui semblent pouvoir se conserver indéfiniment, fermentent régulièrement lorsqu'on les ensemence et fournissent des cidres de très bonne qualité complètement exempts de formol.

La méthode que je viens d'exposer et qui se réduit à un simple lavage des pommes peut avoir d'importantes conséquences pratiques.

Elle permet au cidrier :

1° De conserver d'une année sur l'autre des moûts en prévision d'une disette de pommes;

2° De fournir à ses clients, à n'importe quelle époque de l'année, du cidre fraîchement préparé;

3° D'expédier au loin des moûts que l'acheteur pourra transformer sur place en cidre en les faisant fermenter.

(1) La fermentation des moûts ne se déclare qu'après la disparition complète du formol.

ZOOLOGIE. — *Du mode de fixation dorsale du* Lernæenicus Sardinæ *sur son hôte*. Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans une précédente Note [1] nous avons signalé la présence, sur certaines Sardines pêchées au niveau des côtes de Vendée, d'un Copépode parasite, très voisin du *Lernæenicus sprattæ*, et que désormais nous considérons comme une espèce spéciale, le *Lernæenicus Sardinæ*.

Nous avons dit alors que ce parasite se fixait tantôt sur le *globe de l'œil*, tantôt sur le *corps de l'animal*, le plus souvent au niveau de la *région dorsale*.

Laissant de côté aujourd'hui l'espèce trouvée sur l'œil, espèce qui a fait surtout l'objet de notre premier article, et qui est, peut-être, zoologiquement distincte de celle qu'on trouve sur le corps du poisson, nous tenons à signaler de suite le mode de fixation de cette dernière sur son hôte, au niveau de la nageoire dorsale, car nous ne croyons pas que pareille observation ait été faite antérieurement.

Voici d'ailleurs ce que nous avons constaté, en disséquant, en 1903, le premier exemplaire rencontré à *fixation dorsale*, correspondant à la nageoire.

Le céphalothorax s'enfonce presque perpendiculairement à l'axe du corps de la Sardine et passe, en pleins muscles, sur les parties latérales de la colonne vertébrale, longeant l'une des faces de la série des apophyses épineuses, sur une étendue de 1^{cm} environ. Il se trouve au niveau de la partie latérale (droite, dans ce cas) des vertèbres dorsales, et comme enkysté dans une sorte de petite poche adventice, transparente, bien isolée du tissu musculaire. Le cou lui-même est enveloppé en entier par un prolongement cylindrique de cette capsule, disposée en gaine allongée. Cette gaine et cette capsule résultent évidemment de la formation d'une sorte de membrane isolante, de nature conjonctive, produite par une réaction de l'hôte.

Le céphalothorax semble avoir voulu *s'agripper* à la charpente osseuse de l'animal, comme le pic-vert sur un tronc d'arbre, de façon à s'assurer d'un solide point d'appui sur ce poisson très mobile et très agile. Nous avons cru remarquer aussi l'existence d'une légère excavation, colorée en noir, sur la vertèbre correspondante, c'est-à-dire une véritable lésion pathologique secondaire de cette partie osseuse.

La conformation du céphalothorax, que nous décrirons ultérieurement, permet de comprendre comment la fixation peut être assurée; cette région est, en effet, disposée en forme de *crochet* ou de *crosse;* elle est très trapue et très volumineuse par rapport au cou.

En 1904, nous avons disséqué deux autres exemplaires; et nous avons pu constater que

---

(1) Marcel Baudouin, *Le* Lernæenicus sprattæ, *parasite de la Sardine en Vendée* (*Comptes rendus*, 5 déc. 1904, n° 23, p. 998-1000).

le *mode de fixation* du parasite était exactement le même. Sur un quatrième exemplaire, apporté en janvier 1905 au Laboratoire du Professeur Bouvier, au Muséum d'Histoire naturelle, il a été facile de vérifier, sur la pièce anatomique, la réalité de la description ci-dessus.

Il s'agit donc là d'une disposition constante pour le *Lernœenicus Sardinæ*, implanté, sur le corps de son hôte, au niveau de la nageoire dorsale.

Ajoutons que, quand le parasite est inséré à ce niveau (ce qui s'observe le plus fréquemment), le céphalothorax et le cou disparaissent dans les masses musculaires, jusqu'à la partie renflée du corps (région génitale, de coloration rouge); et, sur six cas de fixation de cette nature, observés directement par nous en Vendée, nous avons noté que le point d'entrée correspondait 4 fois au côté gauche, et 2 fois au côté droit de la partie moyenne et latérale de la nageoire dorsale.

MÉDECINE. — *Existence du rachitisme intra-utérin.* Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. d'Arsonval.

L'existence du rachitisme intra-utérin est de plus en plus contestée; on rattache à l'achondroplasie les modifications qu'on pourrait lui attribuer. Or, à l'aide des photographies, des radiographies, des examens macroscopiques et microscopiques, des analyses chimiques, des données cliniques que comporte l'observation du nouveau-né dont nous présentons le squelette, il est possible d'établir la réalité de ce rachitisme fœtal.

Ces pièces proviennent d'un enfant qui, né à 8 mois, n'a vécu que 2 jours et dès sa naissance a offert des déformations caractéristiques : chapelet costal, saillie des bosses frontales, élargissement apparent des épiphyses, taille et poids (1160^g) inférieurs à la normale, etc. — L'autopsie a, d'ailleurs, permis de vérifier l'existence de ces anomalies et d'en préciser les détails. En particulier, elle a révélé que ces tares portent presque exclusivement sur la tête et le tronc; à peine raccourcis de $0^{cm},5$ à 1^{cm} et, sauf une légère torsion des extrémités basses du radius et du cubitus gauches, les os longs sont réguliers. Toutefois, au point de vue histologique, au lieu d'observer les bandes ordonnées des travées directrices, on constate que, dans le cartilage de conjugaison, les cellules sont réparties sans aucun ordre; en outre, des faisceaux de fibrilles conjonctives serpentent au milieu d'ostéoblastes rares, mal différenciés; la calcification est, d'ailleurs, imparfaite; les urines sont riches en acide phosphorique (1,089 et non 0,637 pour 1000); le sang contient d'abondants globules rouges nucléés et de nombreux lymphocytes; le corps thyroïde sclérosé est pauvre en matière colloïde.

Attribuable, d'après une série d'auteurs, aux poisons qui se forment au sein d'un

tube digestif atteint de gastro-entérite, le rachitisme ne saurait par suite se développer avant la naissance. Or, en imprégnant de toxines variées de nombreux animaux, mâles et femelles, on obtient parfois, expérimentalement, des rejetons qui, à moins de ne pas tenir compte des définitions, sont des rachitiques (petite taille, abdomen volumineux, nodosités costales, diaphyses incurvées, métatarsiens épaissis, bassin irrégulier, ostéoblastes rares, etc.) [1]. De plus, femme d'un simple manœuvre quelque peu alcoolique, âgée de 49 ans et paraissant en avoir 60, épuisée par onze grossesses, la mère de notre nourrisson a subi des influences (surmenage, inanition, privations, émotions déprimantes, misère physiologique, etc.) bien connues comme génératrices d'une dyscrasie acide plus ou moins prononcée, mais toujours apte à préparer la solubilisation des phosphates et, partant, à provoquer des tares du squelette. En franchissant le placenta, les principes acides vont attaquer l'appareil osseux du fœtus; nous avons clairement établi que les processus pathologiques peuvent commencer le jour de la conception.

Ainsi l'expérimentation établit la réalité du rachitisme intra-utérin. En outre, l'achondroplasie se caractérise par une indiscutable micromyélie et, en tant qu'affection intéressant le cartilage, est impuissante à frapper des os à développements fibreux. Par suite, dans notre cas, les notables localisations costales ou craniennes, les déformations de la cage thoracique et la craniomalacie, d'un autre côté, l'intégrité macroscopique relative des membres, des os longs, prouvent qu'il s'agit bien de rachitisme. Sans doute, on décèle quelques lésions cartilagineuses, mais ce rachitisme n'en est pas absolument exempt; d'autre part, dans l'achondroplasie ces altérations sont prédominantes et non accessoires. Du reste, en dehors des cellules spécifiques telles que la bactéridie charbonneuse, habituellement un seul élément, anatomopathologique ou autre, ne suffit pas à caractériser une entité pathologique; il faut un ensemble qui, dans notre cas, est en faveur du rachitisme (étiologie; aspect, siège des déformations; modifications humorales, urinaires; données cliniques, etc.). Notre sujet, qui avant tout est rachitique, par quelques détails se peut rapprocher des achondroplasiques; en Pathologie on connaît des types de transition ou encore d'association.

On ne doit pas, d'ailleurs, oublier que, sans changer ni d'organe ni d'agent morbifique, les manifestations anatomiques ou fonctionnelles varient avec l'état de chacun de ces deux éléments, dont le conflit constitue la maladie. Il faut, de plus, se souvenir que l'appareil osseux passe par des phases muqueuse, fibreuse, cartilagineuse, calcaire; que, pendant longtemps, sa

(1) Voir Charrin et Gley, *Acad. Sc.* et *Soc. Biol.*, 1890-1894.

structure n'est pas au niveau des épiphyses ce qu'elle est dans les diaphyses. Impressionné par une cause provocatrice déterminée, il est clair que, suivant ces phases et suivant ces zones, le squelette réagira différemment et de ces réactions distinctes dériveront des conséquences variables. Si, par exemple, dès le début de l'existence, dans le sein maternel, la dyscrasie acide détériore le cartilage, sorte de matrice de l'os, les déformations auront chance d'être plus graves, plus difficiles à enrayer, que si plus tard cette dyscrasie touche à quelques points d'une diaphyse déjà calcaire.

Dans ces données se trouve, en partie, l'origine des désaccords, des dissemblances enregistrées dans ce domaine du rachitisme et de l'achondroplasie; ces dissemblances constituent des types distincts d'un unique processus plutôt que des entités pathologiques séparées : l'achondroplasie n'est peut-être que du rachitisme intra-utérin.

GÉOLOGIE. — *Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges (Hérault).* Note de M. **René Nicklès**, présentée par M. Michel Lévy.

Parmi les régions où les phénomènes de plissement ont atteint leur degré extrême, une des plus remarquables est incontestablement la vallée comprise entre le Causse de la Selle et la montagne de la Séranne. Elle se présente sur la Carte géologique sous l'aspect d'une boutonnière de Trias et de Lias encadrée de toutes parts par le Jurassique moyen et le Jurassique supérieur.

Saint-Jean-de-Buèges occupe à peu près le milieu de cette région allongée, limitée au sud-ouest par Pégairolles-de-Buèges et au nord-est par le hameau de la Croix. La longueur en est de 12^{km} environ sur 2^{km} à peine de largeur.

Le relevé des contours pour le Service de la Carte géologique m'a conduit à y observer les faits suivants : toute la surface de cette boutonnière est couverte uniformément par les marnes du Trias, par l'Infralias et un peu de Lias.

Les couches, presque toujours parallèles, plongent sensiblement dans la même direction, vers le sud ou le sud-sud-est.

Lorsqu'on en relève une coupe transversale, on voit l'Infralias apparaître sept fois, supportant à six reprises différentes des couches parallèles de marnes bariolées du Trias plus anciennes que lui : c'est un exemple remarquable de structure imbriquée due au moins à six plis couchés successifs et parallèles, et où l'effort de plissement a été tel que les flancs renversés de ces plis ont été annihilés, en sorte que la succession normale de l'Infralias reposant sur les marnes bariolées triasiques se représente six fois de suite superposée toujours dans le même ordre, le tout reposant sur l'Infralias

qui vient buter, en le surplombant, contre le Jurassique supérieur plus récent que lui.

Un seul de ces plis présente encore une partie de son flanc renversé mais très aminci : c'est le pli supérieur que l'on peut observer au sud-ouest de Saint-Jean-de-Buèges et qui aboutit aux premières maisons de cette localité; tous les autres sont réduits à l'état d'écailles donnant parfois l'illusion d'une simple récurrence de marnes bariolées dans les couches parallèles de l'Infralias. L'érosion intense qui a déblayé et mis à jour cette petite région du Buèges rend cet ensemble frappant.

Dans sa partie occidentale, cette boutonnière est limitée au sud par la barrière oxfordienne de Saint-André-de-Buèges, barrière notablement affaissée par rapport à l'ensemble. Mais l'affaissement n'a pas été assez profond pour provoquer la formation de plis d'appel déversés à l'arrière, c'est-à-dire vers le sud. Les couches plongent verticalement, violemment étirées, simulant une faille depuis Saint-Jean-de-Buèges jusqu'à Brissac.

Au nord, le massif imposant de la Séranne a servi d'obstacle résistant et n'a pas été ébranlé par l'effort qu'il a soutenu : au sud, le massif calcaire et dolomitique du Causse de la Selle, quoique très fracturé, ne présente plus de preuves nettes de ces chevauchements : soit parce que, dans ces assises, uniformes sur une grande épaisseur, les chevauchements sont plus difficiles à reconnaître; soit parce qu'en raison de l'absence de couches marneuses (marnes du Trias, marnes du Charmouthien) elles se sont moins prêtées à la formation de ces écailles empilées les unes sur les autres; soit peut-être plutôt parce que ce massif correspond à une région plus affaissée où le plissement a changé d'allure.

Quelle que soit la raison de cette modification, il est hors de doute que l'effort qui a déterminé la formation de ces plis couchés est venu du sud, et a été orienté du sud au nord; que la masse charriée du sud au nord est venue s'écraser contre la grande faille de la Séranne qui constitue, on le sait, la limite sud-ouest des Causses; et que les couches repliées sur elles-mêmes par cette compression sont venues en montant les unes sur les autres constituer cet exemple remarquable de structure imbriquée.

Ceci n'est, d'ailleurs, que la continuation de la longue bande de plis couchés post-éocènes qui s'étend sur près de 100^{km} de longueur au sud du pied méridional des Causses et de la montagne Noire, et dont j'ai eu occasion de signaler [1] les principales parties à Rabieux, à Clermont-l'Hérault, à Fouzilhon, Cazouls-les-Béziers et Saint-Chinian.

Au sud-ouest, au nord de Cazouls-les-Béziers, cette bande plissée a une grande

---

(1) *Comptes rendus*, 31 octobre 1898.

amplitude; les plis, de grande envergure, s'étalent librement, n'offrant que peu de complications de détail. Mais, plus à l'est, la zone affaissée qui semble en avoir déterminé la genèse par une compression dirigée du sud au nord se rapproche de la limite méridionale des Causses, c'est-à-dire de la grande faille de la Séranne; elle détermine des plis couchés moins amples qu'à Saint-Chinian (Clermont-l'Hérault, Saint-Jean-de-Buèges), mais de plus en plus compliqués et serrés dans leurs détails : la limite extrême en est marquée à l'est, dans le Languedoc, à l'extrémité de la boutonnière de Saint-Jean-de-Buèges, c'est-à-dire aux hameaux de la Croix et de Notre-Dame-du-Suc, au point même où cette région affaissée vient en contact avec le massif de la Séranne.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan Atlantique à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco en* 1904. Note de M. **H. Hergesell.**

Au printemps 1904 S. A. S. le prince de Monaco entreprit l'étude des conditions météorologiques de l'atmosphère au dessus des mers. Nous avons employé des cerfs-volants Hargrave de 5^{m^2},7 et 3^{m^2} et un câble de 0^{mm},7 à 1^{mm}.

En tout 25 ascensions ont été exécutées dont 8 sur la Méditerranée (hauteur moyenne 950^m), une sur la mer Baltique et 16 sur l'océan Atlantique (hauteur moyenne 1900^m). La hauteur maxima fut de 4510^m; elle fut atteinte au nord-ouest des Canaries. Une hauteur presque égale à la première, 4360^m, a été atteinte au sud des Açores le 28 août. Plusieurs autres ascensions ont dépassé 2000^m.

Les ascensions sur la Méditerranée (12-24 avril à l'ouest et au nord-ouest de la Corse) ont donné ce résultat général qu'au-dessus d'une surface libre d'eau se trouve une décroissance rapide de température et que les vents diminuent beaucoup avec la hauteur. Toutefois, près de la côte de l'île de Corse, par un vent de sud-est, on a trouvé un courant chaud venant de la Corse, la température augmentait avec la hauteur, l'humidité diminuant en même temps. A quelques centaines de mètres on trouvait le calme. Ces constatations exceptionnelles paraissent dues à l'influence de la côte voisine.

Les ascensions faites sur l'Atlantique avaient pour but particulier d'explorer les conditions météorologiques de la région des alizés. Elles ont commencé le 19 juillet, à la côte portugaise au large d'Oporto. Le navire se dirigeait vers les Canaries, qui furent doublées au sud et ensuite vers les Açores. De là, le yacht retourna dans la Méditerranée. Dans toutes ces

régions on faisait des ascensions dans des intervalles convenables; la dernière ascension date du 20 septembre. Voici les résultats principaux :

Nous avons trouvé les alizés venant du nord-est à la latitude d'Oporto, à une hauteur de 400^m; au niveau de la mer on notait un vent nord-ouest. A partir de la latitude de Lisbonne les alizés furent constatés aussi dans les couches inférieures, comme vent faible du nord-est. A mesure qu'on avançait vers les Canaries ce vent augmentait de force. Depuis 35° de latitude jusque vers les Canaries on constatait un courant régulier de 7^m par seconde. Plus au sud les vitesses ont même atteint 19^m, mais au voisinage des îles seulement. Les résultats de toutes les ascensions faites dans cette région des alizés sont assez concordants pour permettre de les résumer comme suit :

Dans les couches les plus basses il y a une forte décroissance de température; le gradient adiabatique (1° par 100^m) est toujours atteint; tout en bas il est même dépassé. L'épaisseur de cette couche adiabatique varie de 100^m à 600^m. L'humidité relative, qui est 70 à 80 pour 100 au niveau de la mer, y monte graduellement à 95 ou 100 pour 100. A la limite supérieure de cette couche il y a un changement brusque. La température monte subitement de plusieurs degrés et l'humidité diminue d'un saut jusqu'à des valeurs inférieures à 50 pour 100. Après ce changement brusque vient une couche d'inversion (couche de mélange) atteignant quelquefois plus de 1000^m d'épaisseur, où la température continue de monter et où l'humidité diminue jusqu'à 10 ou 20 pour 100. Dans cette couche, parfois à une altitude de 1000^m, on trouve des températures atteignant 30°, alors qu'au niveau de la mer on trouve 22° à 30°. Au-dessus de la couche de mélange on trouve de nouveau une couche à gradient exactement adiatique, mais dans laquelle l'humidité est petite contrairement à la première couche adiabatique. Cependant l'humidité relative augmente avec la hauteur de façon que la richesse hygrométrique soit constante. Cela permet de conclure à un courant descendant. J'appellerai cette zone *couche de contre-alizé*. D'après nos observations elle atteint au moins 4500^m et monte probablement bien plus haut. Il a été possible de déterminer la direction du vent dans les différentes hauteurs et même d'en mesurer la vitesse par des méthodes directes et indirectes. Dans la première couche adiabatique on trouve l'alizé de nord-est avec environ 7 mètres-seconde. Avec la hauteur le vent tourne graduellement, le plus souvent de nord-est par nord vers nord-ouest et dans deux cas de nord-est par est, vers sud-est et sud. A la hauteur de l'inversion (c'est-à-dire vers 600^m) la direction change parfois brusquement et la force diminue considérablement. La couche de l'alizé proprement dit est donc peu épaisse. Un courant de sud-ouest qui correspondrait au contre-alizé théorique n'a jamais été trouvé par les cerfs-volants, bien qu'ils aient plusieurs fois dépassé la hauteur du Pic de Ténériffe. Plusieurs constatations m'amènent à penser que ces vents de sud-ouest observés au Pic par plusieurs observateurs sont d'origine locale et dus à l'influence de l'île.

Les vents de nord-ouest ou de sud-est trouvés par nous dans les couches les plus élevées avaient une force de 3^m à 4^m par seconde au plus. Dans les couches intermédiaires la vitesse était, en général, encore plus petite. Dans les régions que nous avons explorées l'air du contre-alizé affluait donc surtout de nord-ouest, la direction de

l'alizé nord-est changeant plus haut en nord pour s'arrêter au nord-ouest. Une fois nous avons observé des cirrus venant du sud-ouest, le même jour où le vent a tourné du nord-est au sud avec la hauteur. Nous avons souvent observé les cumulus des alizés, rouleaux de nuages plats étirés dans la direction du vent. Ils se forment toujours dans la partie supérieure de la première couche adiabatique, donc à quelques centaines de mètres. Les diagrammes de l'hygromètre démontrent à l'évidence qu'il s'agit de courants ascendants dont la limite supérieure était donnée par la hauteur de l'inversion où ces nuages se dissolvaient. Quand la zone d'inversion était descendue assez bas pour que les courants ascendants ne puissent atteindre leur point de condensation, il ne se formait point de cumulus. Quand, au contraire, les cumulus se formaient, on pouvait dire d'avance que la zone d'inversion se trouverait à un niveau plus élevé. A titre d'exemple, je donne ici quelques nombres résultant d'une ascension.

9 *août* 1904 *à l'ouest des Canaries.*

Hauteur.	Température.	Humidité relative.	Direction du vent.
m	o		
0	23,0	80 pour 100	N 52 E
200	20,5	88 »	
400	18,5	88 »	N 36 E
500	18,0	93 »	
600	18,9	80 »	
800	24,5	35 »	
1000	26,4	16 »	N 29 E
1200	26,2	16 »	N 15 E
2000	18,0	21 »	
3000	9,0	30 »	
4000	1,5	40 »	
4500	5,6	47 »	N 25 W

Au voisinage des Açores, on a constaté des vents de nord-ouest; la distribution de la température et de l'humidité offre un caractère différent.

Immédiatement au-dessus de la mer, la décroissance adiabatique ou plus qu'adiabatique existe à toutes les heures du jour. Nous n'avons jamais observé l'inversion nocturne si connue sur les continents.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord.* Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. de Lapparent.

Lorsque nous explorâmes, il y a quelques années, les montagnes de quartzites qui se trouvent à l'est de la Koswa et qui se continuent au nord

de la cluse de Touloum, notre attention fut attirée par la singularité des formes topographiques que présentaient certains de leurs principaux sommets. Ceux-ci, vus obliquement ou de profil, paraissent formés par plusieurs plateaux rocheux étagés, échelonnés en plusieurs gradins successifs d'une horizontalité parfaite. Cette disposition saute aux yeux lorsqu'on regarde par exemple les monts Bacéguy depuis la chaîne de l'Aslianka, située plus au nord; cette dernière présente également un aspect analogue, mais c'est principalement sur l'Ostry que cette structure si particulière ressort avec le plus de netteté. Vue depuis Verkh-Koswa, cette montagne paraît composée de deux plateaux rocheux horizontaux étagés, limités vers l'ouest par une crête aiguë, formée par les bancs redressés de la roche en place. Cette forme topographique de l'Ostry est si caractéristique qu'elle frappe déjà l'observateur le moins prévenu; chose curieuse, elle ne se retrouve pas sur les montagnes boisées inférieures à 800^m qui viennent à l'est comme à l'ouest des chaînes de quartzite; on ne l'observe pas également sur les hautes chaînes éruptives qui forment la ligne de partage dans la région des sources de la Koswa ou de ses affluents (Koswinsky-Kamen, Tilaï, etc.).

A cette époque déjà, nous pensions que ces formes topographiques bizarres étaient dues à d'anciennes terrasses, conservées grâce à la nature pétrographique spéciale du sol.

L'an dernier nous avons exploré une contrée plus septentrionale, qui comprend le bassin supérieur des rivières Uls Soswa et Wagran. Là les montagnes de quartzites sont très développées, elles forment une longue chaîne qui fait ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, et qui s'appelle *Poyassovoi-Kamen;* ainsi qu'une série d'autres rides situées à l'est comme à l'ouest. Le phénomène des terrasses y présente une ampleur et une généralité telles que le doute n'est plus possible.

La chaîne du Poyassovoï est entièrement formée de quartzites blancs et saccharoïdes sur plus de 30^{km}; d'un bout à l'autre, elle est découpée en terrasses successives, d'une netteté admirable, qui s'échelonnent à partir des sommets, c'est-à-dire de l'altitude moyenne 1180^m environ, jusqu'à 800^m en chiffres ronds.

En certains endroits favorables, nous avons pu compter jusqu'à onze de ces terrasses étagées, d'une importance variable; les sommets de la chaîne du Poyassovoï sont sans exception rasés en plateaux parfaitement horizontaux, et présentent la forme de pyramides tronquées, à base plus ou moins

large. La régularité de cette disposition est telle qu'à une certaine distance et vue du sud-ouest, la chaîne du Poyassovoï ressemble à une gigantesque fortification, et qu'en voyant le Choudinsky-Kamen, qui se trouve un peu plus au nord, on croirait avoir devant soi un énorme tronc de pyramide construit par la main de l'homme, tant est grande sa régularité.

Des terrasses analogues se rencontrent sur la seconde chaîne de quartzites suivant immédiatement à l'ouest le Poyassovoï, puis sur Kosmer et Antipowsky-Grébine, qui sont deux arêtes comprises entre le Poyassovoï et la longue chaîne de Kwarkouche, située à une vingtaine de kilomètres plus à l'ouest, et enfin sur la chaîne de Kwarkouche elle-même, qui leur doit les formes topographiques si bizarres de ses différents sommets. Le phénomène des terrasses est donc absolument général dans toute cette région; c'est lui qui est la principale cause de la topographie si particulière et si monotone aussi de cette contrée. Malgré le manque de cartes et de cotes fixées par triangulation, nous avons pu établir plusieurs niveaux hypsométriques que l'on retrouve constamment sur un certain nombre des principales terrasses, qui paraissent donc se correspondre sur une étendue de pays considérable. Il ne nous a pas paru que ces terrasses eussent une relation avec les vallées actuelles; elles sont sans doute beaucoup plus anciennes et datent d'une période que l'on ne peut fixer, mais qui est en tout cas antéquaternaire et pendant laquelle le régime hydrographique était fort différent de ce qu'il est aujourd'hui. Ces terrasses sont donc l'expression d'une ancienne topographie, qui ne s'est conservée que grâce à l'absence de phénomènes glaciaires dans la région, et surtout à la présence de roches essentiellement réfractaires à la désagrégation, comme les quartzites. Il paraît vraisemblable d'admettre que ces terrasses existaient aussi sur d'autres chaînes, notamment sur les hautes montagnes éruptives qui forment la ligne de partage plus au sud, mais qu'elles ne nous ont pas été conservées avec cette netteté par suite de la nature même de leurs roches constitutives. En tout cas, si l'on tient compte du fait que, de la montagne de Bacéguy au Choudinsky-Kamen, il y a du sud au nord au moins 200^{km}, on voit que le phénomène des terrasses n'est pas un accident local, mais qu'il doit tenir à une même cause très générale.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 janvier 1905.
(Suite.)

Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine; 11e année, nº 1. Séance du 6 janvier 1905. Paris, Préfecture de Police, imp. Chaix, 1905; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France : Résumé, paraissant les premier et troisième vendredis de chaque mois. *Procès-verbal de la séance du 6 janvier* 1905. *Ordre du jour des séances à venir.* Paris, 1 fasc. in-8°.

La Pharmacie française, organe officiel de l'Association amicale des Étudiants en Pharmacie de France, paraissant le 15 de chaque mois. 8e année, numéro de Noël 1904. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par l'École d'Alfort le 15 et le 30 de chaque mois, t. LXXXI, nº 1, 15 janvier 1905. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

La Tempérance, organe mensuel de la Ligue nationale contre l'alcoolisme, Société française de tempérance, publié sous la direction de Frédéric Riémain; 29e année, nº 1, janvier 1905. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum, by Sir J. Norman Lockyer and F.-E. Baxandall. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

On the group IV lines of silicium, by Sir Norman Lockyer and F.-E. Baxandall. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

Coloration in « Polistes », by Wilhelmine-M. Enteman, publ. by the Carnegie Institution. Washington, 1904; 1 fasc. in-8°.

Verslag omtrent den staat van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1903. Batavia, 1904; 1 vol. in-4°.

Protective inoculation against asiatic cholera, an experimental study by Richard-P. Stron, Director of the biological Laboratory. Manille, Imprimerie du Gouvernement, 1904; 1 fasc. in-8°.

Observatoire de Zi-Ka-Wei. Calendrier-annuaire pour 1905. Chang-Hai, Imprimerie de la Mission catholique, 1904; 1 vol. in-18.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

- *Agen* .... Ferran frères.
- *Alger* .... Chaix. Jourdan, Ruff.
- *Amiens* .... Courtin-Hecquet.
- *Angers* .... Germain et Grassin. Gastineau.
- *Bayonne* .... Jérôme.
- *Besançon* .... Régnier.
- *Bordeaux* .... Feret. Laurens. Muller (G.)
- *Bourges* .... Renaud.
- *Brest* .... Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
- *Caen* .... Jouan.
- *Chambéry* .... Perrin.
- *Cherbourg* .... Henry. Marguerie.
- *Clermont-Ferr* .... Juliot. Bouy.
- *Dijon* .... Nourry. Ratel. Rey.
- *Douai* .... Lauverjat. Degez.
- *Grenoble* .... Drevet. Gratier et Cie.
- *La Rochelle* .... Foucher.
- *Le Havre* .... Bourdignon. Dombre.
- *Lille* .... Thorez. Quarré.
- *Lorient* .... Baumal. Mme Texier.
- *Lyon* .... Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
- *Marseille* .... Ruat.
- *Montpellier* .... Valat. Coulet et fils.
- *Moulins* .... Martial Place.
- *Nancy* .... Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
- *Nantes* .... Guist'hau. Veloppé.
- *Nice* .... Barma. Appy.
- *Nîmes* .... Thibaud.
- *Orléans* .... Loddé.
- *Poitiers* .... Blanchier. Lévrier.
- *Rennes* .... Plihon et Hervé.
- *Rochefort* .... Girard (Mlles).
- *Rouen* .... Langlois. Lestringant.
- *St-Étienne* .... Chevalier.
- *Toulon* .... Ponteil-Burles. Rumèbe.
- *Toulouse* .... Gimet. Privat.
- *Tours* .... Boisselier. Péricat. Suppligeon.
- *Valenciennes* .... Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

- *Amsterdam* .... Feikema Caarelsen et Cie.
- *Athènes* .... Beck.
- *Barcelone* .... Verdaguer.
- *Berlin* .... Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
- *Berne* .... Schmid Francke.
- *Bologne* .... Zanichelli.
- *Bruxelles* .... Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
- *Bucharest* .... Sotchek et Cie. Alcalay.
- *Budapest* .... Kilian.
- *Cambridge* .... Deighton, Bell et Co.
- *Christiania* .... Cammermeyer.
- *Constantinople* .... Otto Keil.
- *Copenhague* .... Höst et fils.
- *Florence* .... Seeber.
- *Gand* .... Hoste.
- *Gênes* .... Beuf.
- *Genève* .... Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* .... Benda. Payot et Cie.
- *Leipzig* .... Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
- *Liège* .... Desoer. Gnusé.
- *Londres* .... Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
- *Luxembourg* .... V. Bück.
- *Madrid* .... Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
- *Milan* .... Bocca frères. Hœpli.
- *Moscou* .... Tastevin.
- *Naples* .... Marghieri di Gius. Pellerano.
- *New-York* .... Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
- *Odessa* .... Rousseau.
- *Oxford* .... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Reber.
- *Porto* .... Magalhaès et Moniz.
- *Prague* .... Rivnac.
- *Rio-Janeiro* .... Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères. Loescher et Cie.
- *Rotterdam* .... Kramers et fils.
- *Stockholm* .... Nordiska Boghandel
- *St-Pétersbourg* .... Zinserling. Wolff.
- *Turin* .... Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
- *Varsovie* .... Gebethner et Wolff.
- *Vérone* .... Drucker.
- *Vienne* .... Frick. Gerold et Cie.
- *Zürich* .... Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 5.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 30 janvier 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. HENRI MOISSAN. — Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant 277

MM. HALLER et A. GUYOT. — Synthèse dans la série anthracénique. III. Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé et ses dérivés 283

M. A. LAVERAN. — Traitement mixte des Trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth 287

M. CONSIDERE. — Faculté que le béton armé possède de supporter de grands allongements 291

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. BACHELIER soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Probabilités continues du troisième genre » . 295

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale : « Cours du Collège de France de 1880 à 1904, et Travaux du laboratoire de 1875 à 1904 », par M. *Ch.-A. François Franck* 295

M. G. FAYET. — Sur la nouvelle comète à courte période 1904 *e* (Borrelly, 28 déc. 1904) 296

Dom M. AMANN et Dom CL. ROZET. — Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre 1904 297

M. ÉMILE BOREL. — Sur une propriété des ensembles fermés 298

M. ED. MAILLET. — Sur les zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini . 300

M. DRIENCOURT. — Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'astrolabe à prisme 302

MM. P. LANGEVIN et M. MOULIN. — Sur un enregistreur des ions de l'atmosphère 305

M. LEON GUILLET. — Sur la trempe des bronzes 307

M. P. NICOLARDOT. — Sesquioxyde de fer colloïdal, modification brune 310

M. ANDRÉ KLING. — Sur la chloruration de la méthyléthylcétone 312

M. JARDIN. — Action de l'acide azotique dilué sur les fibres végétales 314

M. A. DE SCHULTEN. — Sur la fiedlerite 315

M. H. COURTET. — Les sels de la région du Tchad 316

M. A. FRAYSSE. — Sur le parasitisme de l'*Osyris alba* 318

M. LECLERC DU SABLON. — Sur les changements de composition du fruit des Cucurbitacées 320

M. S. POSTERNAK. — Sur la composition chimique et la signification des grains d'aleurone 322

M. G. PERRIER. — Préparation de moûts de pommes pratiquement stériles 324

M. MARCEL BAUDOUIN. — Du mode de fixation dorsale du *Lernœenicus Sardinæ* sur son hôte 326

MM. CHARRIN et LE PLAY. — Existence du rachitisme intra-utérin 327

M. RENÉ NICKLÈS. — Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges (Hérault) 329

H. H. HERGESELL. — Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco, en 1904 331

MM. L. DUPARC et F. PEARCE. — Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord 333

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 336

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant GAUTHIER VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 6 (6 Février 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 FÉVRIER 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Sur la giration des navires.* Note de M. E. **Bertin**.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire *Sur la giration des navires*.

Des recherches entreprises à la fin de 1890 sur les pertes de stabilité qui résultent, soit des avaries de combat, soit des abordages accidentels en mer, m'ont conduit à étudier, d'une manière précise, le couple d'inclinaison qui résulte de la giration d'un navire. Mes préoccupations au sujet de l'anéantissement accidentel de la stabilité remontaient loin, car elles ont inspiré, en partie, les dispositions de mes premiers projets de navires à flottaison cellulaire, en 1870, 1872, 1873. La différence est que je ne redoutais autrefois que les circonstances capables de créer un état d'équilibre instable, telles que celles correspondant à la catastrophe de la *Bourgogne*. En 1890, au contraire, j'ai reconnu avec certitude que, bien avant d'en venir à cette situation désespérée, les navires, ceux de guerre surtout, sont exposés, par suite des pertes de stabilité, à ne plus pouvoir résister au moment de chavirement produit par le gouvernail.

Les conclusions pratiques de l'étude de 1890, d'abord niées, comme il était à prévoir, enfin acceptées à la fin de 1898, ont servi à fixer les caractères de la nouvelle flotte de combat. Dans l'intervalle, la cruelle expérience du *Victoria* avait, en 1893, éclairé la Marine anglaise sur l'imminence des dangers de chavirement.

Depuis 1898, je n'ai pas perdu de vue, un seul instant, cette question, si importante, surtout pour la Marine de guerre. Le problème consiste dans

la comparaison des effets, comme moment statique et comme travail dynamique, de deux couples, celui de redressement ou de stabilité et celui de chavirement, dont le premier doit toujours être supérieur au second, en assurant même une marge de sécurité.

Il n'y aurait rien de nouveau à ajouter aux résultats obtenus, dès 1890, sur les altérations successives subies par le couple de stabilité à mesure que se multiplient les avaries de combat, sauf peut-être quelques données numériques complémentaires qui ne seraient pas ici à leur place. Je m'occupe donc seulement du couple de chavirement qui est connu, et qui reste constant, en ce qui concerne son moment, mais non pas son travail, quel que soit l'état du navire; la loi qui régit ce travail n'avait pas été déterminée jusqu'à présent, de telle sorte qu'au lieu de la marge de sécurité nécessaire il y avait une marge d'incertitude. Je me suis proposé de calculer le point précis où la sécurité fait place au danger, à l'aide de données d'observation susceptibles d'être obtenues exactement.

Le travail du couple de chavirement à considérer est celui qui s'exécute pendant que le navire, partant de la position droite, s'incline de l'angle φ_0 correspondant à la position d'équilibre sous l'action de ce couple; sur les navires intacts, cet angle ne doit dépasser 3° ou 4° dans aucune giration. L'excès q de ce travail sur celui du couple de redressement pendant la même période représente la force vive, en vertu de laquelle le navire continue son mouvement et peut, comme jadis le *Captain* couché par une rafale subite, s'incliner au delà du secteur des stabilités positives. Sur les navires toujours supposés intacts et sous la simple action du gouvernail, l'inclinaison maximum atteinte Φ présente comme maximum $2\varphi_0$; elle n'arriverait à cette valeur que si le couple d'inclinaison surgissait soudainement avec sa valeur finale, sans avoir à passer par une période de croissance. Dans le cas où le couple d'inclinaison agit ainsi constamment avec son moment maximum, l'excès Q de son travail sur le travail du couple de redressement pendant le parcours de l'angle φ_0 se mesure immédiatement sur la courbe des moments de stabilité du navire, et cela quel que soit l'état du bâtiment, intact ou en avarie.

Cela posé, le calcul conduit aux deux conclusions suivantes :

1° Quand le navire est intact et que, par suite, les angles φ_0 et Φ sont de faible amplitude, 4° au plus pour l'un et moins du double pour l'autre, on a

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\Phi}{\varphi_0} - 1\right)^2, \tag{1}$$

équation dans laquelle q seul est inconnu, Q se mesurant sur la courbe de stabilité, φ_0 et Φ étant des données d'observation ;

2° Quand le navire est en avaries, le rapport de q à Q reste le même qu'à l'état intact.

Si donc on a la courbe des moments de stabilité correspondant à un état d'avaries, il suffit, sur cette courbe, de mesurer la valeur particulière Q' du travail Q, pour pouvoir calculer celle q' du travail q à l'aide de l'équation (1). Une construction facile donne ensuite, sur la courbe, la valeur Φ' de l'angle d'inclinaison atteint en vertu du travail q' accompli pendant le parcours de l'angle φ'_0.

Le problème de savoir si l'angle d'inclinaison maximum conduit ou non le navire à la limite des stabilités positives, et quelle est la marge de sécurité restante, se trouve ainsi résolu.

Ces recherches sur un effet longtemps négligé du gouvernail m'ont conduit à examiner les lois qui régissent les évolutions mêmes du navire à vapeur. Ces lois sont moins bien connues qu'on ne le croit généralement. L'intérêt qu'elles présentent, au point de vue des manœuvres de combat, ne le cède en rien à celui des lois de la stabilité au point de vue de la puissance défensive des navires.

J'ai représenté par des courbes, pour les types de navire les plus récents, la manière dont le diamètre du cercle de giration et l'angle de dérive, qui dévie l'avant du navire vers l'intérieur du cercle, dépendent de l'angle de barre et de la vitesse du bâtiment. Les qualités manœuvrières s'expriment habituellement par le rapport du diamètre D du cercle de giration à la longueur L de la carène entre perpendiculaires. Ce rapport dépend surtout du rapport de la surface σ du safran de gouvernail à la surface S du plan de dérive; en comparant ces deux rapports entre eux pour différents navires, on découvre l'importance de certains détails de la forme des carènes; on peut même tracer une courbe assez continue, mettant en évidence les progrès réalisés dans ces derniers temps.

En plus des conditions relatives à la manœuvre, telles que le peu d'influence sur le diamètre D, soit de la vitesse du navire, soit même des grands angles de barre qui fatiguent inutilement les appareils, l'analyse des relevés d'expériences conduit à des résultats curieux. Je citerai, en particulier, la formule empirique (2), qui lie le rapport $\frac{D}{L}$ à l'angle de dérive exprimé en degrés,

$$\theta \times \frac{D}{L} = 45, \tag{2}$$

et qui s'applique à des navires aussi différents entre eux que le *Henri IV* et le *Kléber*.

Cette analyse des données d'observation connues met en lumière quelques invraisemblances résultant d'erreurs d'expérience probables. Il s'en rencontre, en particulier, dans la variation de l'angle de dérive θ en fonction de l'angle de barre α, pour un même navire marchant à la même vitesse. L'étude de cette variation m'intéressait particulièrement, parce qu'elle se rattache de près à celle de la loi de croissance du moment de chavirement qui accompagne le mouvement de la barre au début d'une évolution.

J'ai eu soin de donner partout les relevés d'expériences sans correction. Les lacunes évidentes et les erreurs possibles, que montre l'examen des courbes, doivent servir d'invitation aux observateurs à faire plus et mieux que leurs devanciers sur les nouveaux navires qui entreront en essai.

Il était intéressant de pousser l'étude plus loin, sur un navire, en cherchant la valeur des forces qui entrent en jeu pour produire la giration. J'ai choisi comme exemple le *Henri IV*, bâtiment doué de qualités d'évolution exceptionnelles.

Les calculs faits pour deux expériences exécutées à des vitesses différentes ont donné les résultats inscrits sur le Tableau suivant :

	Première expérience.	Deuxième expérience.
V, Vitesse avant la giration	$14^{n},8$	$8^{n},4$
α, Angle de barre	28°	28°
θ, Angle de dérive	14° 30′	11°
T, Durée de la giration	235^{s}	515^{s}
D, Diamètre du cercle décrit	305^{m}	410^{m}
f, Pression normale de l'eau sur le safran	10560^{kg}	2970^{kg}
F, Pression totale de l'eau sur la carène	106000^{kg}	31300^{kg}
ψ, Inclinaison de F sur l'axe du navire	83°	84°

Les moments des forces F et *f* par rapport au centre de gravité G, que la connaissance de leurs points d'application permettrait de calculer, ne font évidemment équilibre à aucun moment à la résistance de l'eau à la rotation autour de G, la giration réelle étant un mouvement tout autre. Cependant le calcul d'un moment de ce genre et la considération de ce pivotement imaginaire ont leur utilité pour la clarté des raisonnements relatifs à la stabilité de route. Les qualités évolutives dépendent même de conditions qui peuvent être assez bien représentées numériquement par le

moment de résistance à la rotation autour du milieu du navire. Ce dernier moment est représenté par l'expression

$$(3) \qquad M = K \frac{2}{2+x} h \left(\frac{L}{2}\right)^{2+x},$$

x étant l'exposant de la puissance de la vitesse à laquelle la résistance est proportionnelle et K un coefficient de résistance par mètre carré du plan de dérive dépendant des formes de la carène; L est la longueur, et h le tirant d'eau du navire.

En tenant compte du moment de f seulement, j'ai déterminé K et x pour le *Henri IV*, et obtenu la valeur de M :

$$(4) \qquad M = 25 \frac{2}{3,25} h \left(\frac{L}{2}\right)^{3,25},$$

expression empirique qui peut servir pour la comparaison à établir avec d'autres batiments.

J'ai cherché à me rendre compte du point d'application de la force F par des expériences de traction sur des modèles du *Henri IV*, dont quelques-unes, faites à Paris dans un bassin mis obligeamment à ma disposition par M. Serve, et les principales exécutées à Cherbourg par M. Doyère.

Je suis arrivé à cette conclusion, facile d'ailleurs à prévoir, que, dans les essais de traction, la pression de l'eau F est, pour une même valeur de l'angle de dérive θ, appliquée beaucoup plus près de l'avant et dirigée suivant un angle moindre avec l'axe du navire, que dans les girations à court rayon. Les résultats obtenus par M. Doyère n'ont donc pas pu servir pour mon étude; mais ils sont utiles pour celle des lois du remorquage et probablement aussi pour celle de la stabilité de route, où l'on n'a à considérer que des girations à très long rayon; ils pourront faire l'objet d'une Note intéressante.

Dans le Mémoire que je viens de résumer, de même que dans ceux accueillis par l'Académie, il y a 30 ans, dans le *Recueil des Savants étrangers*, je me suis attaché à poursuivre des solutions pratiques pour le constructeur et le marin. Je n'ai point visé à ajouter un chapitre à la Mécanique rationnelle, mais seulement à en ébaucher un nouveau dans la théorie du navire. L'architecture navale, qui ne saurait prétendre à être une science exacte, doit tendre, du moins, à s'en rapprocher dans sa partie mathématique. Le besoin de solutions précises s'impose avec une force

singulière, quand les problèmes répondent à des nécessités aussi poignantes que celle d'assurer l'équilibre du flotteur sur lequel, sans compter les vies humaines, repose le destin des batailles.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'action des canons paragrêles*. Note de M. **J. Violle**.

Le Syndicat du Beaujolais poursuit avec une louable ardeur la lutte qu'il a entreprise contre la grêle sous la direction de M. Chatillon. Le compte rendu des expériences de 1904 contient un exposé intéressant des orages qui ont assailli la région pendant l'été dernier, et des efforts faits pour les combattre au moyen des canons paragrêles.

Les vingt-huit sociétés syndiquées disposent de 462 canons, la plupart de gros calibre et à cône de 4^{m} de hauteur. Elles forment un groupe compact (17 sociétés, 312 canons), avec deux prolongements dont l'un pointe vers le nord (1 société, 20 canons), tandis que l'autre s'allonge vers le sud-ouest-sud (5 sociétés, 72 canons), et trois îlots détachés, l'un au nord (1 société, 18 canons), les deux autres au sud-est (2 sociétés, 14 canons; 2 sociétés, 26 canons). Le tout couvre plus de 12000 hectares et constitue un champ d'expériences de grande importance.

Une statistique officielle relative aux seize premières sociétés syndiquées donne pour les 10 années (1891-1900) qui ont précédé la défense une perte dépassant 13 millions de francs, une seule année s'est passée sans dégât. Depuis l'organisation de la défense, les seize communes témoins n'ont éprouvé en 4 années qu'une perte de 826000^{fr}, répartie sur 2 années seulement, aucun dégât n'ayant marqué les deux années 1901 et 1904. Bien que la défense ne compte encore qu'un nombre d'années insuffisant pour permettre quelque conclusion sûre, les chiffres précédents sont de nature à encourager les efforts du syndicat.

L'année 1904 a été fertile en orages et en gros orages dans le Beaujolais. Plus d'une fois, les postes d'avant-garde ont eu à souffrir de la grêle qui avait déjà causé de grands dégâts en avant du champ de tir. Mais toujours le champ principal a été préservé, tandis que, à droite et à gauche, il n'en était pas ainsi.

« Comme les années précédentes, dit le Rapport, maintes fois on a constaté, dans chacune de nos Sociétés, des chutes de grêlons mous, de grésils inoffensifs ou de larges gouttes d'eau blanchâtre ressemblant à de la grêle fondue.

» Il a été de nouveau observé que le tir arrêtait le vent ou diminuait considérablement

sa force, principalement dans nos Sociétés les mieux protégées, c'est-à-dire couvertes par d'autres Sociétés du côté de l'arrivée des orages.

» L'effet ordinaire du tir paraît être de trouer et d'éclaircir les nuages qui semblent parfois fuir et se porter plus loin.

» Pendant le tir, les décharges électriques semblent supprimées en totalité ou en grande partie au-dessus de la zone défendue; et généralement les éclairs et le tonnerre ne font rage qu'en dehors de cette zone.

» Une fois, le 14 septembre, le tir d'abord languissant fut bientôt interrompu, la grêle ne paraissant aucunement à craindre; la foudre ne cessa dès lors d'éclater au-dessus de notre champ de tir, spectacle auquel nous n'étions plus habitués. Et le lendemain nous apprenions que la foudre était tombée en maints endroits, amenant même mort d'homme. Ce jour-là, nous faisions pour ainsi dire la preuve *a contrario* de l'efficacité du tir. »

Les observations que j'ai recueillies dans la Côte-d'Or, où l'on emploie non seulement des canons, mais aussi des fusées, confirment en général les conclusions des expériences du Beaujolais.

Il paraît démontré que le tir contre les nuages tend à rétablir l'équilibre électrique, les canons, les fusées ou les bombes se montrant à peu près également efficaces. Cela doit être si, comme il est permis de le supposer, ces engins agissent surtout par les gaz chauds et ionisés auxquels ils donnent lieu.

Les appareils paragrêles fonctionneraient alors comme de véritables paratonnerres opérant au sein même des nuages.

On se rendrait compte semblablement des pluies torrentielles constatées plus d'une fois à la suite des décharges formidables de l'artillerie dans les grandes batailles. Ainsi, par ailleurs, de la pluie violente qui dans un orage succède ordinairement aux premiers éclairs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série anthracénique. IV. Dérivés diamidés tétraalcoylés symétriques du dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

Ainsi que nous le faisions remarquer dans notre dernière Communication [1], nous avons imaginé un second procédé de préparation de certains de ces dérivés et, en particulier, des composés tétralcoyldiamidés symétriques.

---

(1) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 283.

Des essais tentés pour obtenir des composés diphénoliques ou diamidés symétriques n'ont pas donné de résultats jusqu'à présent, en raison des propriétés oxydantes que possède le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé γ-diphénylé symétrique.

Rappelons aussi que la condensation de ce diol avec les diéthyl- et diméthylaniline donne naissance aux deux formes stéréoisomères *cis* et *trans* qu'on peut représenter :

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4NR^2 \\ & C & \\ C^6H^4 & & C^6H^4 \\ & C & \\ C^6H^5 & & C^6H^4NR^2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4NR^2 \\ & C & \\ C^6H^4 & & C^6H^4 \\ & C & \\ R^2NC^6H^4 & & C^6H^5 \end{array}$$

Produits de condensation du dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé γ-diphénylé symétrique avec la diméthylaniline et la diéthylaniline. — On obtient ces produits en chauffant au réfrigérant ascendant des quantités équimoléculaires des deux composants en solution acétique. La condensation s'effectue en deux phases caractérisées par les teintes successives qu'on observe lorsqu'on projette quelques gouttes de la solution acétique dans de l'acide sulfurique concentré. Au début de l'opération, la liqueur est soluble en bleu intense dans l'acide minéral : on sait que cette coloration est caractéristique du diol; après quelques minutes d'ébullition, la liqueur se dissout en rouge orangé dans l'acide; elle renferme, à ce moment, un produit de condensation intermédiaire, très difficile à isoler à l'état pur, résultant de l'union d'une molécule de diol avec une molécule d'amine :

$$\underbrace{\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & OH \\ & C & \\ C^6H^4 & & C^6H^4 \\ & C & \\ C^6H^5 & & OH \end{array}}_{\substack{\text{Diol soluble} \\ \text{en bleu} \\ \text{dans } SO^4H^2.}} + C^6H^5NR^2 = \underbrace{\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^4NR^2 \\ & C & \\ C^6H^4 & & C^6H^4 \\ & C & \\ C^6H^5 & & OH \end{array}}_{\substack{\text{Produit de condensation} \\ \text{intermédiaire} \\ \text{soluble en orangé} \\ \text{dans } SO^4H^2.}} + H^2O$$

Enfin, en prolongeant l'ébullition, la liqueur se dissout dans l'acide sulfurique sans coloration appréciable. La condensation est alors terminée. Lorsqu'on opère avec la *diméthylaniline*, la liqueur se remplit à ce moment de petits cristaux brillants, qui rendent l'ébullition très pénible. Ce produit constitue un des deux stéréoisomères. Les eaux mères, additionnées d'un peu d'eau, fournissent une abondante cristallisation d'un second stéréo-

isomère formé en égale quantité et totalement différent du premier dans toutes ses propriétés. On obtient de chacun de ces corps 45 pour 100 du rendement théorique, soit en tout 90 pour 100 du rendement calculé.

Les deux stéréoisomères répondent à la formule $C^{42}H^{38}N^2$ et présentent un écart de plus de 85° dans leurs points de fusion, écart qui ne s'est pas modifié après de nombreuses cristallisations.

Ils possèdent des solubilités différentes, et, comme il était à prévoir, c'est le dérivé à point de fusion le plus bas qui est également le plus soluble. Ils forment tous deux des chloroplatinates bien cristallisés lorsqu'on traite par le chlorure de platine leurs solutions dans l'alcool chlorhydrique. Le chloroplatinate de l'isomère à point de fusion le plus élevé se précipite aussitôt en fines aiguilles jaunes, tandis que le chloroplatinate du second isomère ne se dépose que lentement, en feuillets dorés. Tous les deux ont donné à l'analyse le même poids de platine pour cent, légèrement inférieur au pour cent théorique. (Pt pour 100 calculé pour la formule

$$C^{42}H^{40}N^2PtCl^6,$$

19,88; calcul 19,42 et 19,60).

La condensation avec la *diéthylaniline* a donné lieu aux mêmes observations; la séparation des deux stéréoisomères est cependant un peu plus délicate en raison de leur moins grande différence de solubilité.

Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé tétraméthylé diamidé symétrique :

Premier stéréoisomère $C^{42}H^{38}N^2$. — Petits prismes brillants, fondant audessus de 360°, presque insolubles dans tous les véhicules. Son meilleur dissolvant est l'alcool chlorhydrique d'où l'ammoniaque le reprécipite en cristaux microscopiques.

Deuxième stéréoisomère. — Cristaux blancs fondant à 275°, beaucoup plus solubles que le précédent dans tous les dissolvants.

Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé tétréthylédiamidé symétrique :

Premier stéréoisomère $C^{46}H^{46}N^2$. — Petits cristaux blancs fondant à 250°.

Deuxième stéréoisomère. — Cristaux blancs beaucoup plus solubles dans tous les dissolvants, et en particulier dans l'éther sulfurique, que le corps précédent. Leur point de fusion est situé à 230°, c'est-à-dire de 20° plus bas que celui de l'isomère.

Nous continuerons ces recherches sur les dérivés γ-substitués du dihydrure d'anthracène et de ses divers produits de substitution.

CHIMIE AGRICOLE. — *Le* moelleux *des vins.*
Note de M. **A. Müntz.**

La composition du vin est connue dans ses grandes lignes, mais l'analyse chimique s'est montrée jusqu'à présent impuissante à définir certaines propriétés organoleptiques, qui ont une grande influence sur ce que l'on est convenu d'appeler la qualité et qui établissent d'énormes différences dans les prix.

Les praticiens ont recours à des définitions empiriques, qui répondent souvent en termes très clairs, mais ne correspondant à aucune notion scientifique, à la façon dont nos organes apprécient les vins.

C'est ainsi que les expressions très imagées de *bouquet*, de *finesse*, de *corps*, de *fraîcheur*, de *moelleux*, de *velouté*, etc. rendent très bien la pensée des personnes habituées à la dégustation. Mais la nature des substances auxquelles ces propriétés sont dues reste le plus souvent inconnue. Il y a intérêt à déterminer comme espèces chimiques des produits qui, même à l'état de faibles traces, jouent un rôle si important.

Parmi les propriétés les plus prisées, et en même temps les plus frappantes, on remarque ce qu'on appelle le *moelleux*, le *velouté*, c'est-à-dire cette sorte de viscosité appréciable au palais et qui fait quelquefois dire que le vin roule dans la bouche. A quoi est-elle due? Ce n'est certainement pas aux principes qui constituent essentiellement le vin, puisque beaucoup de vins contenant ces principes ne la possèdent pas. Puisqu'elle est exceptionnelle, c'est à des matériaux exceptionnellement présents qu'il faut l'attribuer.

Dans beaucoup de cas, et surtout lorsqu'il s'agit de vins liquoreux, ce sont les sucres, et principalement la lévulose, qui donnent cette viscosité que nous remarquons si facilement. Mais ce n'est pas aux sucres seuls qu'elle est due, puisque, à égalité de richesse saccharine, les vins ont un moelleux variable, et puisqu'on retrouve ce moelleux même dans des vins dont le sucre a disparu par la fermentation.

Depuis longtemps on a signalé dans les vins des corps gommeux dont la nature et l'origine n'ont pas été établies. Y a-t-il une corrélation entre le moelleux et la présence de ces corps gommeux? A première vue, cela n'apparaît pas, puisque cette gomme existe également dans les vins qui n'ont pas de moelleux. Mais ces gommes étant des mélanges complexes, et

dont l'étude offre de grandes difficultés, n'y a-t-il pas quelquefois dans ces mélanges des substances de nature spéciale qui communiquent au vin cette propriété ?

En examinant des vins très moelleux, j'ai pu reconnaître, dans la masse gommeuse qui en a été extraite, de la pectine, qu'on caractérise avec une grande netteté par sa transformation en une gelée d'acide pectique sous l'influence de la pectase.

On sait quel degré de viscosité la pectine communique aux liquides, et je lui attribue une part prépondérante dans le moelleux, que j'ai pu d'ailleurs communiquer à des vins qui ne le possédaient pas, en les additionnant d'une petite quantité de pectine.

Ces constatations m'ont porté à étudier l'origine et les modifications des corps pectiques existant dans le vin, en partant du raisin, pour aboutir au liquide fermenté.

On sait que les corps pectiques sont abondamment répandus dans les tissus végétaux, sous des états variés. En examinant le grain de raisin, on trouve que le tissu du parenchyme interne et celui de la pellicule contiennent abondamment de la pectose, forme insoluble des corps pectiques, et cela à tous les degrés de maturité. Mais le liquide sucré qui les baigne, et qui fournit le moût, renferme de la pectine, c'est-à-dire la forme soluble, en proportions extrêmement variables. C'est avant la maturité qu'on en trouve le moins ; à mesure qu'elle avance, la proportion de pectine soluble augmente, et c'est lorsque la maturité est dépassée qu'on en trouve le plus.

Il se produit ainsi dans le raisin un phénomène qui est très fréquent dans les fruits, et qu'on constate particulièrement dans les poires, dans lesquelles le blessissement produit un jus auquel la pectine communique une grande viscosité. Le raisin éprouve également une sorte de blessissement, lorsqu'on le récolte à une époque où la maturité normale a été dépassée, et les vins qu'il donne alors ont ordinairement un moelleux très accentué.

Les proportions de corps pectiques, pris dans leur ensemble, diffèrent dans le raisin suivant les variétés. Elles sont généralement comprises entre 1 et 3 pour 1000. Voici comment ces corps pectiques se répartissent dans 1^{kg} de raisin mûr.

	Pectose insoluble.		Pectine soluble.
	g		g
Dans 223^g de pellicules brutes	1,19		»
Dans 110^g de parenchyme du tissu intérieur	0,69		»
Dans 667^g de moût	»		0,72
Ensemble des corps pectiques		$2^g,60$	

Ce qui donne :

	Pectose insoluble.	Pectine soluble.
	g	g
Pour 100 de pellicules brutes	0,534	»
» de parenchyme intérieur	0,631	»
» de moût	»	0,103

Comme nous venons de le dire, la proportion de pectine, c'est-à-dire de la forme soluble dans le moût, augmente à mesure que la maturité avance. En voici un exemple :

	Pectine par litre de moût.
	g
5 septembre : Raisin d'Aramon approchant de la maturité.	0,115
11 » » arrivé à maturité	0,183
Dans un raisin très mûr, on a trouvé	1,030

Si, comme on le fait quelquefois, on chauffe le raisin en vue d'obtenir certaines qualités de vins, on exagère l'effet dû à la maturation, en transformant en pectine soluble la pectose insoluble des tissus, par une action bien connue de l'acidité. On a alors des moûts très visqueux et, ultérieurement, des vins ayant beaucoup de moelleux.

Comment se comportent les corps pectiques au cours de la fermentation de la vendange? J'ai pu constater qu'une partie disparaissait assez rapidement.

Dans une vendange renfermant primitivement 2g,496, on n'a plus retrouvé, après 11 jours de fermentation, que 1g,480 de corps pectiques par kilogramme.

Mais ce n'est pas à la fermentation alcoolique proprement dite que cette disparition est due, puisqu'elle n'a pas lieu lorsque la vendange a été, au préalable, stérilisée et ensuite ensemencée de levure pure. C'est donc à des fermentations secondaires qu'il faut attribuer cette diminution.

Une partie seulement des corps pectiques disparus se retrouve à l'état de ces corps gommeux présents dans tous les vins. Voici un exemple de cette disparition partielle des corps pectiques, au cours de la fabrication du vin; il est emprunté à un raisin très mûr riche en pectine, et qui a été abandonné à la fermentation pendant 11 jours.

Il y avait :

Avant la fermentation :

	Dans le moût.	Dans le marc.
Pectine soluble	1g,127	»
Pectose insoluble	»	1g,262
Ensemble des corps pectiques	2g,389	

Après la fermentation :

	Dans le moût.	Dans le marc.
Pectine et gommes solubles...............	0g,547	»
Pectose insoluble........................	»	0g,227
Ensemble des corps pectiques et gommeux..	0g,774	

Une partie de la pectine soluble s'est retrouvée en nature, une autre partie à l'état de corps gommeux, plus de la moitié a disparu. Quant à la pectose insoluble du marc, la plus grande partie a subi des modifications profondes qui l'ont fait échapper à toute recherche.

Les matières gommeuses, qui sont présentes dans tous les vins, et qui dérivent en majeure partie des corps pectiques, n'ont pas par elles-mêmes une grande viscosité, et on les trouve aussi dans les vins auxquels le moelleux fait défaut; elles ne paraissent pas, à ce point de vue, jouer un rôle important. Mais dans les vins où une partie de la pectine persiste, en raison de son abondance dans le raisin, et où l'on peut la retrouver avec ses caractères propres, on constate cette qualité spéciale du moelleux.

Le degré de maturité du raisin joue le principal rôle dans l'élaboration de la pectine soluble, à laquelle il convient d'attribuer une part importante dans la qualité de certains vins.

GÉOLOGIE. — *Sur l'extension des mers crétacées en Afrique.* Note de M. A. DE LAPPARENT.

A diverses reprises, j'ai entretenu l'Académie des traces laissées, au Sahara et au Soudan, par les mers du crétacé supérieur. Il était naturel de penser que ces mers, reconnues depuis Bilma jusqu'au Damerghou, devaient être en relation par l'ouest avec l'Atlantique; mais on n'en avait encore aucune preuve directe sur les 2500km qui séparent le Damerghou de l'Océan.

Cette distance vient d'être considérablement réduite, grâce aux trouvailles de deux officiers français, le lieutenant Desplagnes et le capitaine Théveniaud. Le premier a recueilli, dans un dallol qui aboutit au Niger non loin du coude de Tosaye, et qu'on appelle *la vallée Telemsi*, un lot de fossiles roulés, parmi lesquels M. Douvillé a reconnu des oursins paraissant appartenir au genre *Linthia,* et de petites huîtres du genre *Lopha,* très différentes de celles de Tamaské, tandis qu'elles ont beaucoup d'analogie avec certaines formes du crétacé supérieur d'Algérie.

L'une de ces huîtres se montre aussi dans un échantillon de roche recueilli sur le parcours du même dallol, à une centaine de kilomètres au nord, par le capitaine Théveniaud. La localité de Tabankort, d'où provient l'échantillon, se trouve, d'après les roches communiquées à M. Lacroix, sur le bord méridional d'une vaste région granitique s'étendant au nord du 18e parallèle.

Enfin, sur le 20e degré de latitude, à Mabrouk, à un peu moins de 2° en longitude à l'est de Tombouctou, M. Théveniaud a recueilli un fragment de calcaire contenant des cardites où M. Douvillé a reconnu les caractères distinctifs du groupe de la *Cardita Beaumonti*, espèce qui, en Libye comme en Inde, occupe la partie tout à fait supérieure du crétacé.

Ces constatations, qui étendent de 1200km à l'ouest le domaine des mers crétacées en Afrique, ne laissent plus de doutes sur l'ancienne communication de l'Atlantique avec la mer où vivait l'oursin de Bilma.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les trois méthylcyclohexanones et les méthylcyclohexanols correspondants.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Les trois méthylcyclohexanes que prévoit la théorie ont été atteintes jusqu'à présent par diverses voies, toujours compliquées. Une seule d'entre elles, la méthylcyclohexanone 1.3. est assez bien connue, parce qu'elle se produit facilement au moyen de l'hydratation de la pulégone : en traitant par le sodium sa solution dans l'éther aqueux, on en a déduit l'alcool correspondant. On connaît moins bien l'acétone 1.2 et l'alcool 1.2, et encore plus mal la méthylcyclohexanone 1.4, décrite par un seul auteur, et dont l'alcool n'a jamais été préparé.

On sait que les trois crésols, ortho, méta, para, se prêtent bien, comme le phénol lui-même, à la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens [1], et peuvent ainsi conduire facilement aux trois méthylcyclohexanols correspondants, dont la préparation devient ainsi très aisée à accomplir. Nous sommes partis de cette réaction pour obtenir les alcools et étudier leurs propriétés, ainsi que celles des acétones qui s'y rattachent.

1° *Méthylcyclohexanol* 1.2. — L'hydrogénation de l'orthocrésol sur le nickel réduit a lieu très régulièrement à 200°-220° et fournit avec un excellent rendement (supérieur

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1025.

à 90 pour 100) le *méthylcyclohexanol* 1.2. sensiblement pur et ne contenant que de très faibles quantités de l'acétone correspondante. Pour caractériser cet alcool avec plus de certitude, nous l'avons, par l'action de l'anhydride acétique, transformé en éther acétique. Ce dernier est un liquide d'odeur de fruits, $d_0^0 = 0,968$. Il bout à 181°,5-182°,5 (corr.). Saponifié par la potasse alcoolique, il régénère le méthylcyclohexanol 1.2 :

$$CH^3 - CH\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CH^2 \\ CHOH - CH^2 \end{matrix}\right\rangle CH^2.$$

C'est un liquide incolore, dont l'odeur est semblable à celle du cyclohexanol

$$d_0^0 = 0,9452.$$

Il bout à 164°,5-165°,5 (dans la vapeur) sous 745mm.

Son phényluréthane est facile à préparer par l'action directe de l'isocyanate de phényle : il se présente en prismes brillants qui fondent à 105°.

Cet alcool, chauffé avec du chlorure de zinc anhydre, se déshydrate en donnant deux méthylcyclohexènes isomères, l'un bouillant à 108°-109°, $d_0^0 = 0,823$; l'autre qui bout à 103°-105°, $d_0^0 = 0,821$.

La *méthylcyclohexanone* 1.2. peut être préparée facilement par oxydation de l'alcool au moyen du mélange chromique. Mais il est beaucoup plus avantageux de l'obtenir par l'action du cuivre à 300° sur les vapeurs de l'alcool, selon la méthode générale de MM. Sabatier et Senderens [1]; par ce dernier procédé, le rendement est à peu près théorique; une très petite quantité de l'alcool est seulement scindée en eau et méthylcyclohexène, et une autre portion très petite fournit de l'hydrogène et de l'orthocrésol.

La méthylcyclohexanone 1.2. est un liquide incolore, d'odeur semblable à celle de la cyclohexanone $d_0^0 = 0,9441$. Elle bout à 162°-163° (corr.). Elle donne une combinaison cristallisée avec le bisulfite de sodium. Nous avons préparé sa semicarbazide, qui cristallise de l'alcool chaud en minces lames clinorhombiques, qui fondent à 191° en se décomposant un peu.

2° *Méthylcyclohexanone* 1.3. — Le métacrésol subit facilement l'hydrogénation directe sur le nickel à 200°-220°, et fournit un mélange qui contient à la fois le méthylcyclohexanol 1.3. et l'acétone correspondante, dont la présence est indiquée par la combinaison cristallisée avec le bisulfite de sodium. La proportion d'acétone est d'autant plus grande que l'hydrogénation a été conduite à température plus haute. Le mélange ainsi préparé peut servir à obtenir à volonté soit l'alcool, soit l'acétone, selon la marche indiquée par MM. Sabatier et Senderens pour le cyclohexanol.

Afin d'obtenir l'alcool tout à fait pur, nous l'avons transformé, par l'action de l'anhydride acétique, en éther acétique. Ce dernier est un liquide d'odeur un peu moisie $d_0^0 = 0,960$. Il bout à 185°,5 (corr.). Par saponification à la potasse alcoolique, il fournit le *méthylcyclohexanol* 1.3. :

$$CH^3 - CH\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CH^2 \\ CH^2 - CHOH \end{matrix}\right\rangle CH^2.$$

---

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 983.

C'est un liquide incolore d'odeur non désagréable. $d_0^0 = 0,9336$. Il bout à 172°,5, sous 745^{mm} (dans la vapeur).

Son phényluréthane est en gros cristaux épais qui fondent à 96°.

Cet alcool, chauffé avec du chlorure de zinc anhydre, donne un méthylcyclohexène, qui bout à 105° (corr.), $d_0^0 = 0,819$.

En faisant passer les vapeurs de cet alcool, ou du mélange fourni par l'hydrogénation, sur du cuivre réduit maintenu vers 300°, nous avons obtenu aisément l'acétone correspondante. La production secondaire de crésol régénéré est peu importante, quoique cependant plus abondante qu'avec l'alcool 1.2.

La *méthylcyclohexanone* 1.3. est un liquide incolore, d'odeur cétonique camphrée, $d_0^0 = 0,9330$: elle bout à 169° (dans la vapeur) sous 765^{mm}.

Elle se combine facilement avec le bisulfite de sodium. Sa semi-carbazide cristallise de l'alcool méthylique en lames rhombiques très minces, d'aspect nacré, qui fondent à 182°,5 en se décomposant un peu. Ces diverses propriétés diffèrent très peu de celles qui avaient été généralement décrites pour la même acétone, issues de la pulégone.

3° *Méthylcyclohexanol* 1.4. — L'hydrogénation directe du paracrésol, réalisée sur le nickel à 200°-230°, donne aisément le méthylcyclohexanol 1.4., mélangé seulement d'une faible dose d'acétone.

Pour avoir l'alcool tout à fait pur, nous l'avons transformé en éther acétique : celui-ci est un liquide incolore d'odeur agréable à pointe de fenouil, $d_0^0 = 0,962$. Il bout à 186°,5 (corr.).

Saponifié par la potasse alcoolique, il fournit le *méthylcyclohexanol* 1.4. :

$$CH^3 - CH\left\langle\begin{matrix} CH^2 - CH^2 \\ CH^2 - CH^2 \end{matrix}\right\rangle CHOH.$$

C'est un liquide incolore, un peu visqueux, d'odeur agréable. $d_0^0 = 0,9328$. Il bout à 172°,5-173° (dans la vapeur) sous 745^{mm}.

Son phényluréthane se présente en prismes brillants allongés, qui fondent à 125°.

Chauffé avec du chlorure de zinc anhydre, cet alcool donne un méthylcyclohexène, qui paraît identique à celui qui a fourni l'alcool 1.3. $d_0^0 = 0,818$, point d'ébullition : 105° (corr.).

L'action du cuivre à 300° transforme facilement cet alcool en *méthylcyclohexanone* 1.4. C'est un liquide d'odeur agréable. $d_0^0 = 0,9332$. Elle bout à 169°,5 (dans la vapeur). Elle donne avec le bisulfite de sodium une combinaison cristallisée. Sa semi-carbazide cristallise de l'alcool en prismes obliques épais, qui fondent à 197° sans subir de décomposition appréciable. Ce dernier nombre est très voisin de celui que Einhorn avait indiqué comme point de fusion de la semi-carbazide de l'acétone 1.4. Mais le point d'ébullition qu'il a indiqué pour l'acétone elle-même (163°-165°) est très différent de celui que nous avons trouvé nous-mêmes sur une grande quantité du composé [1]. Le méthylcyclohexanol 1.4. n'avait pas encore été décrit.

---

(1) EINHORN, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CCXCV, 1897, p. 186.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 47,

M. François-Franck	obtient	45 suffrages
M. Delezenne	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 42,

M. Tissot	obtient	39 suffrages
M. François-Franck	»	2 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. François-Franck.
En seconde ligne	M. Tissot.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les bases de la Météorologie dynamique. Historique. État de nos connaissances*, par M. H.-Hildebrand Hildebrandsson et M. Léon Teisserenc de Bort (7e livraison). (Présenté par M. Mascart.)

2° *Les centres nerveux, physiopathologie clinique,* par M. J. Grasset. (Présenté par M. Bouchard.)

M. A. **Hansky** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Sur une mesure de la hauteur de la couche renversante, obtenue à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc.* Note de M. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

M. Janssen ayant mis à ma disposition les crédits nécessaires, j'ai fait construire, en 1904, un spectroscope pouvant se monter à l'arrière de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc.

L'une des conditions à remplir étant la légèreté, le bâti supportant les pièces optiques a été construit d'un seul morceau, en aluminium fondu, et sa forme a été calculée pour assurer une grande rigidité avec le minimum de poids.

Ce spectroscope, destiné en principe à l'étude des spectres planétaires, se compose d'un collimateur de $0^m,60$ de distance focale, d'un prisme dont l'angle est de 30°, argenté sur la face opposée au collimateur, et d'une lunette de $0^m,30$ de distance focale.

Grâce à ce dispositif le rayon sortant du prisme revient sur lui-même, et la longueur totale de l'appareil est réduite au minimum.

La chambre et le collimateur font entre eux un angle de 30°; par suite, le prisme fonctionne de manière que l'image de la fente soit diminuée et l'appareil permet d'obtenir des raies relativement fines avec une fente large.

Le 13 août 1904, faisant à la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc des observations du spectre du bord solaire, à l'aide de ce spectroscope, je remarquai que, lorsque la fente était exactement tangente à ce bord, deux raies brillantes étaient visibles dans le rouge, alors que les raies chromosphériques C et D_3 ne l'étaient pas.

Ces deux raies brillantes étaient beaucoup plus intenses au milieu et se terminaient à leurs extrémités par des pointes fines.

L'oculaire du spectroscope étant muni d'un micromètre gravé sur verre pouvant prendre toutes les positions par rapport au spectre, je pus mesurer celle de chacune de ces raies, ainsi que leur longueur.

La mesure de cette longueur fut très facile, la netteté et la stabilité des images étant parfaites.

Les raies observées correspondent à celles du calcium λ 6439,29 et λ 6494,001 et sont dues à la couche renversante.

La mesure de la longueur de la raie brillante permet de déterminer la hauteur de la couche renversante qui les produit.

En effet, si l'on appelle h cette hauteur, R le rayon du Soleil et $2c$ la longueur de la raie, on a

$$h = -R \pm \sqrt{R^2 + c^2}.$$

La longueur mesurée pour $2c$ donne $h = 4^{\mu},01$ sur la fente du spectroscope, ce qui correspond à $0'',15$.

Richard et Proctor, en 1869 (*Monthly notices,* t. XXX-XXXI), donnent pour hauteur de la couche renversante $0'',2$, soit 80 à 90 miles.

W.-H. Pulsifer, en 1877 (*American Journal,* p. 303), a mesuré cette hauteur, pendant une éclipse, par le procédé que j'ai employé, mais en évaluant la longueur des raies par rapport à la hauteur du spectre; il a trouvé 524 miles.

Je pense qu'il serait intéressant de faire, de temps en temps, des mesures de ce genre, la hauteur de la couche renversante variant peut-être avec l'activité solaire.

ASTRONOMIE. — *Observations de la lumière zodiacale faites au sommet du mont Blanc.* Note de M. **A. Hansky**, présentée par M. J. Janssen.

Le sommet du mont Blanc, à cause de la pureté et la raréfaction de l'air, l'absence complète de lumière diffuse, présente des conditions très favorables pour l'observation de la lumière zodiacale. C'est ainsi qu'à ma dernière ascension, pendant les nuits des 21 et 22 septembre 1904, j'ai pu faire les observations suivantes :

Grâce à ces conditions exceptionnelles j'ai pu constater dans la lumière zodiacale les détails très difficilement visibles ordinairement sous nos latitudes.

La forme de la lumière zodiacale est un triangle sphérique, dont le sommet est situé très près de l'écliptique. Dans l'espace elle doit avoir la forme d'une lentille.

La hauteur visible du sommet de ce triangle au moment de l'observation ($3^h 40^m$ temps moyen de Paris) était 52°; la longueur, comptée du centre du Soleil, 80°. Sa largeur à l'horizon 25°, celle dans le plan de l'axe du Soleil 30°.

Ce triangle n'est pas symétrique par rapport à l'écliptique. Il est plus large du côté nord, mais moins défini que du côté sud. Le rapport de ces deux parties est 2 : 1.

L'intensité de cette lumière augmente vers le centre, mais son maximum n'est pas situé sur l'écliptique; il en est distant de 3°.

Le sommet du triangle a une latitude + 2°. On peut distinguer trois zones dans la lumière zodiacale. La première (lumière diffuse) a la forme du triangle sphérique dont nous venons de parler et est très faible. La deuxième (lumière médiale) est plutôt parabolique et la troisième (lumière centrale) a la forme d'une parabole.

Elles se changent de l'une à l'autre par degrés insensibles.

Les parties supérieures de la lumière zodiacale sont très faibles. A la distance de 55° du Soleil son intensité est égale à celle de la voie lactée; à 40° elle est double, et à la distance de 30° elle est triple, ainsi que j'ai essayé de le montrer.

La couleur de la lumière zodiacale est très difficile à apprécier à cause de son peu d'intensité. D'après mon observation elle est blanche avec une tendance au vert, mais M. Beaudouin, architecte de l'État, qui a aussi observé avec moi ce phénomène au sommet du mont Blanc, l'a trouvée jaunâtre; il a pris aussi, de la lumière zodiacale, des dessins qui sont en plein accord avec les miens.

Il serait important de continuer les observations de la lumière zodiacale en attirant l'attention surtout sur les détails suivants :

1. Étudier la forme de la lumière zodiacale; faire les dessins les plus exacts de sa position et de ses limites parmi les étoiles;

2. Observer son intensité dans différentes parties en la comparant avec celle de la voie lactée. Ces déterminations permettront de constater les variations de son intensité, lesquelles sont peut-être liées à la périodicité de l'activité solaire. Tâcher de déterminer la couleur de cette lumière;

3. Étudier son spectre, qui offre une bande très faible dans le vert (500-555$^{\mu\mu}$); celle-ci peut avoir une liaison avec la raie verte du coronium (531$^{\mu\mu}$);

4. Tâcher de photographier ce phénomène régulièrement;

5. Faire les observations simultanées de la lumière zodiacale dans des endroits très éloignés les uns des autres pour déterminer si cette lumière change sa position ou sa forme avec le lieu d'observation.

Si ce phénomène est purement terrestre, comme le suppose Arrhenius, la lumière zodiacale n'aura pas de parallaxe, parce qu'elle suit alors l'observateur, comme une ombre lumineuse.

Si, au contraire, elle appartient au Soleil, elle aura une parallaxe assez appréciable dans ses parties supérieures qui sont les plus proches de la Terre.

Je pense que la lumière zodiacale est un phénomène électrique du même genre que la couronne solaire et l'aurore boréale.

D'après les nouvelles théories le Soleil envoie de sa surface dans toutes les directions des particules très petites portant une charge électrique négative.

Ces particules, détachées de la surface solaire surtout aux endroits où l'activité du Soleil est la plus intense et ayant un diamètre moindre d'un micron (1$^{\mu}$), sont repoussées par la pression de la lumière solaire avec une force dépassant l'attraction.

Elles se meuvent avec une vitesse de plusieurs milliers de kilomètres par seconde et électrisent toute matière qu'elles rencontrent.

Cette matière électrisée produit le phénomène de la couronne solaire et de la lumière zodiacale. Arrivées jusqu'à la Terre ces particules produisent l'aurore boréale et autres phénomènes électriques terrestres.

Les rayons de la couronne indiquent la direction de ces jets de particules qui sortent, dans la plupart des cas, normalement à la surface solaire.

Comme l'activité du Soleil est plus grande dans les zones situées près de son équateur, surtout aux époques des minima des taches, la couronne a un développement plus grand dans le plan de l'équateur du Soleil surtout aux années des minima.

On a vu exceptionnellement la couronne solaire se prolonger dans cette direction jusqu'à 12 rayons du Soleil (pendant l'éclipse de 1878, par M. Langley).

Ceci porte à croire que la couronne se prolonge encore plus loin, mais la lumière diffuse du ciel et celle de la couronne elle-même (plus intense que celle de la pleine Lune) ne permettent pas de voir pendant les éclipses totales les parties extérieures de la couronne qui sont très faibles.

La lumière zodiacale est le prolongement de la couronne.

Les particules électrisées sortant du Soleil ne se meuvent pas en ligne droite; mais, sous l'action d'une force qui paraît être magnétique, elles ont une tendance à s'approcher de plus en plus du plan de l'équateur solaire.

Si la vitesse de ces particules n'est pas grande, cette tendance devient très accusée. Ceci explique la forme de la couronne des minima qui est celle d'une lentille très aplatie dans le plan de l'équateur solaire.

Les rayons de la couronne, pendant les minima des taches, ont la forme d'aigrettes très visiblement recourbées vers l'équateur et leur vitesse doit être très petite.

En s'éloignant du Soleil ces particules perdent leur vitesse, acquièrent de plus en plus la direction parallèle au plan de l'équateur solaire et se propagent plus loin en ligne droite.

De cette manière peut être expliquée la forme de la lumière zodiacale qui est lenticulaire et devient, aux endroits très éloignés du Soleil, plane et parallèle au plan de l'équateur solaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients monodromes.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Je considère le système

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dx_1}{dz} = a_{11}x_1 + \ldots + a_{1n}x_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dx_n}{dz} = a_{n1}x_1 + \ldots + a_{nn}x_n, \end{array}\right.$$

où $a_{11}, \ldots, a_{nn}$ sont, dans le domaine de $z = \infty$, par suite en dehors d'un cercle C_μ, de rayon μ assez grand, ayant pour centre l'origine, des fonctions monodromes ayant pour point singulier essentiel isolé $z = \infty$, autre-

ment dit des fonctions quasi-méromorphes pour $z = \infty$. Je décris autour de chaque pôle des a_{jl}, en dehors de C_μ, des cercles de rayon $e_{k_1}(r_i^\tau)^{-1}$, $e_{k_1}(r_i^{\tau'})^{-1}$ pour le pôle α_i, avec $|\alpha_i| = r_i$ et $(k, \rho) < (k_1, \tau') < (k_1, \tau)$ [1] [τ, τ' fixes, $\tau - \tau'$ assez grand, (k, ρ) ordre maximum des a_{jl} supposé non transfini, k ou $\rho > 0$]. Soient H, H′ les régions formées des points en dehors de C_μ et de chacune de ces deux catégories de cercles respectivement, ces dernières formant elles-mêmes les régions E, E′ respectivement. Je prends encore un cercle C_R, de rayon R fixe [2], ayant pour centre l'origine.

On a la propriété suivante :

Soit A *un point de* H′, *d'affixe* z, *avec* $|z| = r$; μ *étant choisi* a priori *suffisamment grand et fixe, ainsi que* $\tau - \tau'$, *l'angle sous lequel* C_R *est vu du point* A *est aussi grand qu'on veut par rapport à la somme des angles sous lesquels sont vus de* A *les cercles de* E, *quand* r *est suffisamment grand, mais quelconque.*

Par suite, il passe toujours par A *une infinité de droites qui coupent le cercle* C_R *et sont, en dehors du cercle* C_μ, *en entier dans la région* H.

Cette propriété sert pour établir le théorème général suivant relatif au système (1) :

En tout point pris en dehors de H′, *on a, pour* r *assez grand,*

$$|x_q| \leqq e_{k_1+2}(r^{\tau_1}) \qquad (q = 1, 2, \ldots, n),$$

dès que $(k_1, \tau') > (k, \rho)$, τ_1 *étant fixe et arbitraire, pourvu que*

$$(k_1, \tau_1) > (k, \rho),$$

k ou $\rho > 0$.

Une manière avantageuse de choisir k_1 et τ_1 consistera à prendre $k_1 = k$, $\tau_1 = \rho + \varepsilon$.

Cette propriété s'étend de suite à toute équation différentielle linéaire homogène d'ordre n dont les coefficients sont analogues aux a_{jl}.

Je mentionnerai en passant le théorème suivant :

La série

$$\sum_1^\infty e_{k_1}(r_j^\sigma)^{-1},$$

---

[1] $(k, \rho) < (k_1, \tau')$ par exemple signifie que l'on a soit $k < k_1$, soit $\rho < \tau'$ avec $k = k_1$.

[2] R peut d'ailleurs être aussi petit que l'on veut, pourvu que μ et $r = |z|$ soient assez grands.

où σ est fixe et où r_j est le module du $j^{ième}$ zéro d'un produit canonique d'ordre (k, ρ) (k ou $\rho > 0$), *converge ou diverge suivant que* (k_1, σ) *est plus grand ou plus petit que* (k, ρ).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale de Poisson et les lignes singulières des fonctions analytiques.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Painlevé.

Considérons une série de Taylor

$$f(z) = a_0 + a_1 z + \ldots + a_n z^n + \ldots$$

dont le rayon de convergence soit égal à 1; on peut exprimer $f(z)$ et les a_n par les formules de Cauchy

$$a_n = \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{f(z)}{z^{n+1}}dz, \qquad f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{f(u)}{u-z}du,$$

l'intégration étant effectuée le long d'un cercle intérieur au cercle de convergence. Dans quels cas peut-on prendre pour C le cercle de convergence lui-même? Il en serait évidemment ainsi si $f(z)$ était continue à l'intérieur du cercle et sur le cercle. Mais cela n'est nullement nécessaire.

Supposons seulement que $f(z)$ soit bornée à l'intérieur de son cercle de convergence, mais ne faisons *a priori* aucune hypothèse sur la façon dont elle se comporte au voisinage du cercle. S'il en est ainsi, on démontre, en s'appuyant sur des propositions dues à M. Lebesgue, concernant l'intégrale des fonctions de variables réelles, que l'on peut encore intégrer sur le cercle de convergence, autrement dit que la partie réelle et la partie imaginaire de $f(z)$ s'expriment par des intégrales de Poisson :

$$u(r, \theta) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-r^2}{1-2r\cos(\varphi-\theta)+r^2}g(\varphi)\,d\varphi,$$
$$v(r, \theta) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1-r^2}{1-2r\cos(\varphi-\theta)+r^2}h(\varphi)\,d\varphi,$$

les fonctions g et h étant des fonctions discontinues de la première ou de la seconde classe de M. Baire dont j'ai étudié la dépendance mutuelle [1].

---

(1) Ne sachant pas si la fonction a une valeur sur le cercle, c'est par un procédé indirect que nous obtenons la définition des fonctions g et h; nous démontrons *a posteriori* que $f(\varphi) + ig(\varphi)$ est, en général, la valeur de la fonction $f(z)$ au point d'argument φ sur ce cercle.

L'étude de ces intégrales montre que, pour tout point du cercle de convergence, sauf pour les points d'un ensemble de mesure nulle, $f(z)$ prend une valeur bien déterminée quand z tend vers ce point suivant un chemin faisant un angle fini avec la circonférence. En tous ces points non exceptionnels la série est sommable par le procédé de la moyenne arithmétique; d'ailleurs en tout point régulier du cercle la série est convergente au sens ordinaire du mot.

Ainsi, *partant de l'hypothèse que $f(z)$ est bornée à l'intérieur du cercle, on arrive à ce résultat qu'elle a, en général, une valeur sur le cercle*, le sens de cette phrase étant expliqué par ce qui précède ([1]).

D'autre part, les propriétés des séries de Fourier permettent d'affirmer que la série $|a_0|^2+|a_1|^2+\ldots+|a_n|^2+\ldots$ est convergente. Si donc, pour une série de Taylor (de rayon de convergence égal à 1), cette condition n'est pas remplie, on est certain qu'elle prend des valeurs infiniment grandes au voisinage de certains points de son cercle de convergence.

L'étude de l'intégrale de Poisson, quand les valeurs données sur le contour ne sont pas bornées, peut être plus délicate. Cette étude, dans un cas particulier, m'a conduit au résultat suivant :

Étant donnés un cercle C et un ensemble E parfait de mesure nulle de points sur ce cercle, on peut former des fonctions analytiques $f(z)$, définies et holomorphes à l'intérieur de C, continues sur C et prenant la valeur zéro en tous les points de E ([2]). $f(z)$ peut n'avoir comme points singuliers sur le cercle que les points de E; elle peut aussi avoir tous les points de la circonférence comme points singuliers.

On voit par là qu'*une fonction uniforme, ayant pour unique singularité une coupure fermée, peut avoir une infinité non dénombrable de zéros sur la coupure* ([3]).

On pourra aussi, en se servant de certaines intégrales définies, bien connues depuis les travaux d'Hermite et de Stieltjes, obtenir des fonctions uniformes répondant aux mêmes conditions, mais définies dans tout le plan, la coupure étant par exemple un segment de droite.

L'expression $\int_0^\infty \frac{f(u)}{z+u}du$ est particulièrement commode pour cet objet.

([1]) Il est aisé de généraliser cette proposition au moyen : 1° d'une représentation conforme; 2° d'une transformation homographique effectuée sur $f(z)$.

([2]) Bien entendu, suivant tous les chemins intérieurs au cercle.

([3]) Au sujet de cette question, on pourra consulter l'intéressante Thèse de M. Zoretti : *Sur les fonctions analytiques uniformes, etc.*, p. 50.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la totalité des courbes tracées sur une surface algébrique et sur les intégrales de Picard attachées à la surface.* Note de M. **Francesco Severi**, présentée par M. Émile Picard.

1. Lorsque deux courbes algébriques A, B tracées sur une surface algébrique F, sont contenues totalement dans un même système algébrique irréductible, nous dirons que les deux courbes sont *algébriquement équivalentes*, et écrirons $A \equiv B$.

Soient $C_1, C_2, \ldots, C_h$, h courbes tracées sur la surface F, et supposons qu'il soit possible de déterminer h nombres entiers positifs $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_t, \mu_{t+1}, \ldots, \mu_h$, non tous nuls, tels que l'on ait

$$(1)\qquad \lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 + \ldots + \lambda_t C_t \equiv \mu_{t+1} C_{t+1} + \ldots + \mu_h C_h,$$

ou, comme nous écrirons symboliquement,

$$(2)\qquad \lambda_1 C_1 + \lambda_2 C_2 + \ldots + \lambda_t C_t + \lambda_{t+1} C_{t+1} + \ldots + \lambda_h C_h \equiv 0,$$

en posant

$$\lambda_{t+1} = -\mu_{t+1}, \qquad \lambda_{t+2} = -\mu_{t+2}, \qquad \ldots, \qquad \lambda_h = -\mu_h.$$

Alors nous dirons que les courbes $C_1, C_2, \ldots, C_h$ sont *algébriquement dépendantes;* tandis qu'on les dira *algébriquement indépendantes* dans l'hypothèse contraire.

Soient $m_1, m_2, \ldots, m_h$ les *ordres*, $n_{11}, n_{22}, \ldots, n_{hh}$ les *degrés virtuels*, $\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_h$ les *genres virtuels* des courbes $C_1, \ldots, C_h$, et désignons par n_{ik} le nombre des points communs aux courbes C_i et C_k.

La matrice de h colonnes verticales et $h+2$ lignes horizontales

$$(3)\qquad \left|\begin{matrix} n_{11} & n_{12} & \ldots & n_{1h} \\ n_{21} & n_{22} & \ldots & n_{2h} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ n_{h1} & n_{h2} & \ldots & n_{hh} \\ m_1 & m_2 & \ldots & m_h \\ \theta_1 & \theta_2 & \ldots & \theta_h \end{matrix}\right|,$$

où l'on a posé $\theta_i = 2\pi_i - 2 - n_{ii}$, sera dite la *matrice discriminante* du groupement $(C_1, C_2, \ldots, C_h)$.

Ces définitions étant posées, je vais énoncer le théorème suivant :

Pour que les courbes $C_1, C_2, \ldots, C_h$ *soient algébriquement dépendantes, il faut et il suffit que la matrice discriminante du groupement* $(C_1, C_2, \ldots, C_h)$ *soit nulle* (c'est-à-dire que ses déterminants d'ordre h soient nuls).

J'appuie la démonstration de ce théorème sur la remarque que, si deux courbes A, B de F ont le même degré, le même genre et le même ordre, les systèmes algébriques complets

$$(4) \qquad (D), \quad (D+A-B), \quad [D+2(A-B)], \quad \ldots,$$

qui contiennent les systèmes linéaires $|D|, |D+A-B|, |D+2(A-B)|, \ldots$ (pourvu que ces systèmes existent, comme on peut le supposer lorsque la courbe D est choisie dans un système régulier convenable), ont les caractères du premier d'entre eux. Puisque sur une surface algébrique les courbes d'un ordre donné se distribuent en un nombre fini de systèmes algébriques, on en conclut que la série (4) renferme un nombre limité de termes distincts, c'est-à-dire que $\alpha A \equiv \alpha B$, où $\alpha (\geqq 1)$ est un entier positif.

2. On peut présenter sous une forme transcendante la condition pour que les courbes $C_1, C_2, \ldots, C_h$ soient algébriquement dépendantes, en ayant égard aux intégrales de différentielles totales (*intégrales de Picard*) attachées à la surface.

Si, en effet, les courbes $C_1, \ldots, C_h$ sont liées par la relation (1) ou (2), il existera un système ∞^1, algébrique et irréductible Σ, dont

$$\lambda_1 C_1 + \ldots + \lambda_t C_t (= A) \qquad \text{et} \qquad \mu_{t+1} C_{t+1} + \ldots + \mu_h C_h (= B)$$

sont deux courbes totales. Désignons par φ une courbe plane dont les points représentent les courbes de Σ, par a, b les points de φ homologues des courbes A, B, par $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_\nu$ les ν points de φ qui représentent les courbes de Σ issues d'un point (xyz) de F, et enfin par ϖ une intégrale abélienne de troisième espèce, avec les deux points singuliers logarithmiques a, b. La somme $\varpi(\xi_1) + \varpi(\xi_2) + \ldots + \varpi(\xi_\nu)$ est égale à la valeur d'une certaine intégrale de Picard J_0 au point (xyz), et comme elle demeure finie lorsque le groupe $(\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_\nu)$ ne contient aucun des points a, b, l'intégrale J deviendra infinie logarithmiquement aux seuls points des courbes $C_1, C_2, \ldots, C_h$; c'est-à-dire que J sera de troisième espèce, avec les seules courbes logarithmiques $C_1, C_2, \ldots, C_h$.

Réciproquement, si l'on peut former sur F une intégrale J de troisième espèce, ayant les seules courbes logarithmiques $C_1, \ldots, C_h$, avec les périodes polaires respectives $c_1, \ldots, c_h$, la somme des résidus de l'intégrale abélienne de troisième espèce, qu'on obtient en regardant J comme une fonction d'un point variable sur une courbe irréductible D de la surface, doit être nulle, et donc, en désignant par $(C_i D)$ le nombre des points communs aux courbes C_i et D, on aura

$$(5) \qquad c_1(C_1 D) + c_2(C_2 D) + \ldots + c_h(C_h D) = 0.$$

En prenant successivement, pour courbe D, chaque courbe d'un groupe convenable,

on voit que la matrice (3) est nulle, c'est-à-dire que les courbes logarithmiques sont dépendantes.

Donc : *La condition nécessaire et suffisante pour que les courbes* C_1, C_2, ... C_h *soient algébriquement dépendantes, est qu'il soit possible de former sur* F *une intégrale de Picard, de la troisième espèce, ayant seulement pour courbes logarithmiques* C_1, C_2. ..., C_h.

En se rappelant le théorème fondamental que M. Picard a établi pour les intégrales de différentielles totales de troisième espèce (*Théorie des fonctions algébriques de deux variables*, t. II, p. 241 et 329), d'après ce qui précède, on peut énoncer le théorème suivant :

Sur une surface F *on peut tracer* ρ *courbes irréductibles* C_1, C_2, ..., C_ρ, *qui soient algébriquement indépendantes, mais telles qu'en prenant sur* F *une* $(\rho+1)^{\text{ième}}$ *courbe algébrique quelconque* C, *les courbes* C_1, C_2, ..., C_h, C, *soient algébriquement dépendantes.*

On dit que les systèmes algébriques (C_1), (C_2), ..., (C_ρ) forment une *base* de la totalité des courbes tracées sur F. Lorsque la surface est *régulière* $(p_g = p_n)$, la base est formée par des systèmes linéaires, ou, si l'on veut, par ρ courbes *linéairement indépendantes.*

3. Grâce aux théorèmes que je viens d'exposer dans cette Note, et au théorème d'Abel pour les intégrales abéliennes de troisième espèce, on arrive à répondre par la négative à l'importante question, posée par M. Picard, de savoir s'il existe une surface ayant l'ordre de connexion linéaire $p_1 = 1$, et dont toutes les intégrales de différentielles totales ne se réduisent pas à des combinaisons algébrico-logarithmiques. Je puis, en effet, démontrer le théorème suivant :

Pour que les intégrales de Picard attachées à une surface algébrique se réduisent toutes à des combinaisons algébrico-logarithmiques, il faut et il suffit que la surface soit régulière, c'est-à-dire que son ordre de connexion linéaire soit $p_1 = 1$.

MÉCANIQUE. — *Sur la déviation des corps dans la chute libre.* Note de M. **de Sparre**, présentée par M. Léauté.

M. Maurice Fouché a, dans une Communication du 23 janvier 1905, contesté les résultats que j'avais énoncés le 2 janvier, au sujet de la déviation des corps dans la chute libre; mais les résultats auxquels il arrive ne

diffèrent des miens que parce que, sur deux points, il a négligé des quantités dont il faut tenir compte.

Je supposerai la Terre sphérique et homogène; le point pesant est dans l'hémisphère boréal. L'attraction sur ce point varie en raison inverse du carré de la distance au centre quand il est extérieur et est proportionnelle à cette distance lorsqu'il est intérieur.

Soit le système rectangulaire OXYZ; OZ a la direction de la verticale descendante, OX est dirigé vers le sud dans le méridien et OY est dirigé vers l'est.

Je suppose que O est un point, dans le voisinage de la surface de la Terre, d'où le mobile est abandonné sans vitesse initiale relative. Soit C le centre de la Terre, λ la latitude en O et α la latitude géocentrique au même point. Le mobile M, dont je suppose la masse égale à l'unité, est soumis à l'attraction de la Terre résultante d'une force constante, en grandeur et en direction, égale à l'attraction G sur l'unité de masse en O et d'une force déviatrice, sur laquelle je reviendrai plus loin. Étudions le mouvement de M par rapport au système OXYZ. Ce système est animé d'abord d'une translation égale à celle de O et, pour en tenir compte, il faut appliquer au point M la force centrifuge en O égale à $\omega^2 R \cos\alpha$, R étant la distance de O au centre. Cette force constante se compose avec l'attraction G en O pour donner la gravité g en O, qui est aussi constante. Mais le système est animé de plus d'une rotation autour d'un axe OI parallèle à l'axe de la Terre; pour tenir compte de cette rotation, il faut appliquer au point M : 1° une force centrifuge composée dont la composante suivant OX est $2\omega \sin\lambda \frac{dy}{dt}$, 2° une force centrifuge dont la composante suivant la même direction est

$$\omega^2(x \sin\lambda - z \cos\lambda) \sin\lambda,$$

ou, en négligeant des termes au plus de l'ordre de ω^4, $-\omega^2 z \sin\lambda \cos\lambda$.

M. Maurice Fouché tient compte de la première force mais non de la seconde, ce qui lui fait trouver pour la déviation due à la rotation

$$\tfrac{1}{6}\omega^2 \sin\lambda \cos\lambda g t^4,$$

au lieu de la valeur exacte $\frac{1}{8}\omega^2 \sin\lambda \cos\lambda g t^4$.

M. Fouché rencontre ensuite une seconde cause d'erreur en ne tenant pas compte de l'angle η de la verticale avec la direction de l'attraction.

En effet, quand le mobile, parti de O, est venu en M, en étant descendu d'une hauteur Z suivant la verticale, sa projection sur le plan du méridien se trouve à une distance $Z \sin\eta$ du rayon OC. L'attraction a, ainsi qu'on le voit aisément, une composante suivant OC égale à $G\left(1 + \frac{2Z}{R}\right)$ pour un point extérieur et à $G\left(1 - \frac{Z}{R}\right)$ pour un point intérieur; sa composante suivant la perpendiculaire à OC est égale à

$$-\frac{GZ}{R} \sin\eta.$$

Comme d'ailleurs OC fait l'angle $\frac{\pi}{2}+\eta$ avec OX, la composante, suivant OX, de la force déviatrice due à l'angle η, si l'on néglige les termes en η^2 et en $\frac{1}{R^2}$, est égale, pour le cas de la chute du haut d'une tour, à $-\frac{3GZ}{R}\sin\eta$, et est nulle pour le cas de la chute dans un puits.

Par suite, dans ce dernier cas, la déviation, qui se réduit à celle due à la rotation, est égale à $\frac{1}{8}\omega^2\sin\lambda\cos\lambda g t^4$ et est dirigée vers le sud, tandis que pour la chute du haut d'une tour, en tenant compte des relations,

$$G\sin\eta=\omega^2 R\cos\alpha\sin\lambda,\qquad \alpha=\lambda-\eta,\qquad \sin\eta=\frac{\omega^2 R\cos\alpha\sin\alpha}{g},$$

on obtient sans peine pour la déviation la valeur que j'ai indiquée

$$-\tfrac{1}{8}\omega^4\sin^3\lambda\cos\lambda R t^4$$

qui correspond à une déviation vers le nord.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel embrayage.* Note de M. **Hérisson**, présentée par M. Léauté.

La puissance et la progressivité sont les qualités essentielles que l'on recherche dans les embrayages. La progressivité n'est pas la moins importante; car, en évitant toute brusquerie dans la transmission du mouvement, elle donne une grande douceur à la mise en marche, assure la conservation du mécanisme et permet l'emploi d'organes plus légers.

Jusqu'ici la progressivité des embrayages purement mécaniques n'a été réalisée que par un seul moyen : en les réglant pour une puissance très légèrement supérieure à celle du moteur, en sorte qu'ils patinent pendant la période de mise en route et absorbent ainsi par un travail de frottement une partie de la puissance du moteur, ce qui permet l'entraînement progressif de la machine conduite. Ce moyen expose l'embrayage à patiner d'une manière permanente.

Le but que l'auteur a poursuivi a été d'obtenir des embrayages absolument progressifs quelle que soit leur puissance, et il a réalisé cette conception par le dispositif mécanique suivant :

Soit une cuvette entraînée par un moteur et tournant folle sur un arbre relié à la machine conduite; le corps de l'embrayage consiste en un support portant deux parties symétriques constituées chacune par un patin pouvant se déplacer du centre vers la

circonférence; ce patin est appuyé contre la paroi intérieure de la cuvette par un levier mobile dans le plan de l'axe du patin et de l'axe de l'arbre, levier articulé sur le support en un point voisin du fond de la cuvette. Supposons que le mouvement de ce levier soit obtenu par l'effet d'un coin soulevant son extrémité libre en glissant sur l'arbre quand il est poussé du côté du support par un collier sur lequel agit le levier d'embrayage. C'est là un moyen de serrage non réversible. Supposons, de plus, qu'entre chaque coin et le collier soit intercalé un ressort agissant par compression. Si l'on vient à exercer sur le collier d'embrayage une pression f, elle est transmise aux deux coins par les ressorts, les leviers sont soulevés, et les patins serrés contre la cuvette qui tend à les entraîner.

Ceci posé, imaginons que l'on enlève, sur une certaine épaisseur, de la matière à la surface intérieure de la cuvette de manière à constituer une chambre d'une longueur moindre qu'une demi-circonférence. Lorsque, par le fait de la rotation de la cuvette, la partie chambrée viendra se présenter devant l'un des patins, A, par exemple, ce patin pourra progresser plus en avant et il le fera grâce au ressort a qui se détendra en poussant le coin. Supposons le déplacement du coin limité par une butée à une longueur l. Le patin A à la sortie de la partie chambrée fera pression sur la partie intacte de la cuvette raccordée à la première par une rampe. Dans la suite de la rotation, la partie chambrée viendra se présenter devant le second patin B, pour lequel les mêmes phénomènes se reproduiront. Le ressort b du coin commandant le patin B se détendra et le coin s'avancera de l, suivi par le collier qui, sous l'action de la force f, s'avancera à son tour de la longueur l en comprimant le ressort a. Lorsque le patin A se retrouvera devant la partie chambrée, le ressort a se détendra de nouveau et le collier s'avancera également de l en comprimant le ressort b, et ainsi de suite. En sorte que, à chaque tour, le collier s'avancera de $2l$. Si donc la course nécessaire pour produire un serrage suffisant qui entraîne le corps de l'embrayage est $2nl$, cet entraînement ne pourra être obtenu qu'au bout de n tours de la cuvette. On réalise ainsi une progressivité absolue, car elle est indépendante de la manœuvre et même de l'effort f exercé sur le collier d'embrayage.

Ce principe est général et peut s'appliquer à un nombre quelconque de patins et à d'autres systèmes que celui qui vient d'être examiné.

Au lieu de placer des ressorts entre le collier et les coins on peut articuler ceux-ci à l'extrémité d'un palonnier sur le milieu duquel agit le collier; le fonctionnement est le même, mais l'avancement du collier à chaque tour est moitié moindre.

De même on peut appliquer ce principe de palonnage à un embrayage à cuvette non chambrée tel que le suivant :

Supposons que, dans le dispositif précédent, on fasse entraîner par la cuvette le système des deux coins en les faisant coulisser sur une douille concentrique à l'arbre, folle autour de lui et reliée à un couvercle assujetti sur la cuvette. Imaginons que l'on élargisse ces coins jusqu'à leur donner la forme des deux moitiés d'un tronc de cône concentrique à la douille et fendu suivant un plan passant par l'axe. Supposons enfin

qu'il n'y ait plus qu'un seul patin, dont le levier de commande soit terminé par un axe parallèle à l'arbre et portant un galet s'appuyant sur les demi-troncs de cône. Si le collier d'embrayage est poussé en avant jusqu'à ce que le patin portant sur la cuvette fasse appuyer le galet, le demi-tronc de cône A sur lequel ce galet passe à un instant donné ne pourra s'avancer par suite du frottement déterminé par cette pression et son ressort *a* sera comprimé. Le demi-tronc de cône B s'avancera librement et, par ce mouvement, ira faire saillie par rapport à A, formant un échelon qui, par la rotation, viendra se présenter devant le galet, le soulèvera et augmentera ainsi le serrage. Mais aussitôt que le galet passera sur B, A, ne supportant plus sa pression et devenant ainsi libre, obéira à la poussée du ressort *a* et s'avancera par rapport à B, d'où production d'un nouvel échelon sur lequel devra monter le galet, et ainsi de suite.

Cet embrayage, dont la manœuvre ne demande qu'un faible effort, se règle de lui-même à la puissance du moteur.

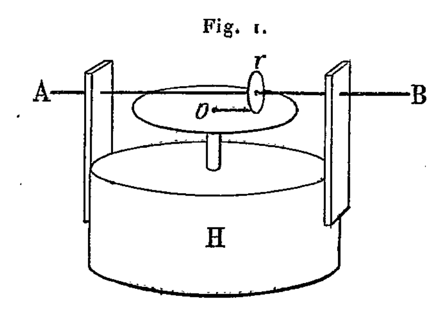
PHYSIQUE. — *Thermomètre intégrateur.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Lœwy.

Dans une précédente Note [1] j'ai mentionné l'emploi d'un thermomètre donnant la température moyenne de l'endroit où il se trouve.

Diverses applications de ce petit appareil m'ayant été signalées depuis, je crois utile d'en donner une courte description.

L'axe AB qui supporte une roulette *r* (*fig.* 1) peut être déplacé longitudinalement au moyen d'un thermomètre métallique (non représenté sur la figure), de telle sorte

Fig. 1.



que la distance *or* de la roulette au centre du plateau sur lequel elle repose est proportionnelle à la température.

(1) *Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques* (*Comptes rendus*, 9 janvier 1905).

Le plateau o est lui-même mis en rotation au moyen du mouvement d'horlogerie H.

Il résulte de ce dispositif que le nombre de tours de la roulette par unité de temps sera proportionnel à la température moyenne, l'appareil ayant tourné au bout d'un temps T d'une quantité égale à $\int_0^T \theta\, dT$.

Un dispositif très simple permet d'obtenir l'enregistrement du nombre de tours de la roulette, et à intervalles réguliers le plateau s'abaisse pendant quelques secondes, pour permettre à la roulette de prendre sa position exacte, ce qui élimine les erreurs pouvant provenir du frottement de la roulette suivant le rayon or.

L'appareil a été étalonné au moyen du régulateur d'Ostwald qui maintient constante la température aussi longtemps qu'on le désire à $\frac{1}{10}$ de degré près. La courbe qui représente le nombre de tours en fonction de la température est rigoureusement une droite.

Remarquons en terminant que la précision du mouvement d'horlogerie n'a pas besoin d'être très grande, une variation de 15 minutes dans la marche diurne n'affectant les mesures que de $\frac{1}{100}$ de la quantité à mesurer.

Une division du tambour enregistreur vaut environ $\frac{1}{30}$ de degré.

ÉLECTRICITÉ. — *Frein synchronisant électromagnétique.* Note de M. Henri Abraham, présentée par M. J. Violle.

Dans un assez grand nombre d'expériences, on est conduit à entraîner un appareil au moyen d'un moteur synchrone actionné par un courant alternatif. On peut alors être gêné par la complication qu'apporte le dispositif spécial de démarrage et par la perturbation que le moteur introduit dans le circuit.

On atténue beaucoup ces inconvénients à l'aide de l'artifice suivant.

L'appareil particulier qu'il faut entraîner est mû par un moteur auxiliaire. L'axe du moteur porte une roue dentée en cuivre rouge dont les dents défilent dans l'entrefer d'un électro-aimant ayant ses deux branches de part et d'autre du plan de la roue. Cet électro-aimant est actionné par le courant alternatif sur lequel on veut synchroniser le moteur.

Supposons pour un instant le synchronisme établi et supposons en outre que chaque dent passe dans l'entrefer au moment où le champ magnétique est presque nul. Les courants induits sont alors très faibles et le *freinage* qu'ils produisent est, par conséquent, minimum. Pour maintenir le synchronisme ainsi établi, il suffirait que la puissance fournie au moteur

auxiliaire fût juste suffisante pour produire le mouvement voulu et pour compenser la petite quantité d'énergie absorbée par le frein.

Si nous fournissons maintenant au moteur une puissance un peu supérieure à cette valeur critique, ce moteur prendra d'abord une légère avance de phase sur le courant alternatif. Les dents de cuivre rouge passant alors dans l'entrefer à des instants où le champ magnétique a une valeur sensible, les courants induits augmenteront et le frein absorbera toute l'énergie supplémentaire du moteur, *sans que sa vitesse puisse augmenter*.

En pratique, la manœuvre se réduit à ceci : on met le moteur en marche et l'on fait passer le courant alternatif dans l'électro-aimant. La synchronisation se produit spontanément, le moteur s'accroche tout seul.

— Si les deux appareils à synchroniser produisaient tous deux des courants alternatifs, on pourrait exercer le freinage sur un disque de cuivre continu ou sur le rotor d'un moteur. Il suffirait que l'électro-aimant eût un enroulement différentiel dont les deux circuits seraient parcourus par les courants des deux machines.

MAGNÉTISME. — *Hystérésis magnétique aux fréquences élevées dans le nickel et les aciers au nickel.* Note de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **A. Schidlof**, présentée par M. Lippmann.

Nous avons appliqué la méthode bolométrique (¹) à l'étude de la chaleur dégagée par hystérésis aux fréquences élevées dans le nickel et quelques aciers au nickel. Les résultats de cette étude peuvent être résumés comme suit :

1° Entre 300 et 1200 périodes à la seconde, l'énergie dissipée par cycle est comme pour le fer indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle d'aimantation est parcouru. L'exactitude de cette vérification est du même ordre que celle obtenue avec le fer (Note du 26 septembre 1904).

2° En maintenant la température et la fréquence constantes et en faisant varier l'intensité efficace du champ magnétisant alternatif, nous avons obtenu pour l'énergie dégagée sous forme de chaleur, par cycle et par centimètre cube, les chiffres suivants :

(¹) Voir *Comptes rendus*, 20 avril 1903 et 26 septembre 1904.

Champ maximum calculé (fréquence 1200).	Energie dégagée par cycle et par centimètre cube (ergs). Acier à 27 pour 100.	Fer.	Acier à 36 p. 100 Ni.	Nickel.	Acier à 45 p. 100 Ni.
107.7 C.G.S.	1198×10^2	639×10^2	231×10^2	136×10^2	107×10^2
94.3	1156	628	225	131	106
80.8	1190	594	219	126	101
67.3	956	580	217	120	97
53.9	695	548	208	102	93
40.4	281	514	197	64	87
33.7	131	492	188	42	83
26.9	48	471	180	20	79
20.2	11	416	158	inappréciable	72
13.5	inappréciable	143	136	»	64
6.8	»	inappréciable	inappréciable	»	2

La première colonne contient les valeurs approximatives du champ maximum, calculé en multipliant la valeur efficace par $\sqrt{2}$ (hypothèse sinusoïdale).

Comme on le voit, la perte par hystérésis reste faible jusqu'à des champs relativement élevés. Ce fait peut être expliqué par la dureté des fils, résultant de l'écrouissage à la filière. Cette dureté aurait pour effet de déplacer le maximum de la perméabilité du côté des champs élevés. Peut-être convient-il de faire intervenir également la viscosité magnétique, la magnétisation ne pouvant suivre les fluctuations du champ magnétisant dans le cas des champs faibles.

3° Les trois aciers-nickel étudiés appartiennent au groupe des aciers dits *réversibles;* cependant l'acier à 27 pour 100 se rapproche beaucoup du groupe des aciers irréversibles.

D'une façon générale, il y a analogie entre les courbes relatives au nickel et à l'acier 27 pour 100 d'une part; entre les courbes relatives au fer et aux aciers-nickel 36 pour 100 et 45 pour 100 d'autre part.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fixation directe des dérivés éthéro-organo-magnésiens sur la liaison éthylénique des éthers-sels non saturés.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **A. Courtot**, présentée par M. A. Haller.

Ayant obtenu au cours de recherches le diméthylpropénylcarbinol, nous avons été amenés à préparer synthétiquement cet alcool. Dans ce but nous avons fait réagir l'éthéro-iodure de magnésium-méthyle sur le méthacrylate d'éthyle.

Comme il n'existe pas à proprement parler de méthode de préparation de cet éther, nous indiquerons qu'on peut l'obtenir très aisément par action de la diéthylaniline sur l'α-bromoisobutyrate d'éthyle; mais, au lieu de faire bouillir le mélange à reflux, ce qui polymérise l'éther non saturé, il faut surmonter le ballon d'une colonne peu puissante et régler l'ébullition de façon que la température du distillat se maintienne vers 120°. On obtient ainsi facilement des rendements de 75 à 80 pour 100 en éther non saturé. En faisant réagir 1^{mol} de méthacrylate d'éthyle sur 2^{mol} d'éthéro-iodure de magnésium-méthyle, en ayant soin de ne pas dépasser 0°, nous avons obtenu, après la décomposition par l'eau et entraînement à la vapeur d'eau, un mélange de deux corps : l'alcool tertiaire non saturé que nous cherchions, le diméthylpropénylcarbinol (P. E. 119) et une cétone (P. E. 116) d'odeur agréablement camphrée. Cette cétone donne une oxime (P. E. 89 sous 20^{mm}), une phénylhydrazone (P. E. 153 sous 10^{mm}) et une semicarbazone très bien cristallisée (P. F. 96). Les différents éléments ayant été dosés dans ces corps, nous avons reconnu avoir affaire à une cétone saturée possédant 6^{at} de carbone dans sa molécule. La semicarbazone différant de celle de la pinacoline, nous avons pensé que la cétone obtenue était la méthyl-3-pentanone-2. Nous avons vérifié cette hypothèse en reproduisant synthétiquement cette dernière par saponification du méthyléthylacétylacétate d'éthyle. Les points d'ébullition de la cétone synthétique, de son oxime et de sa phénylhydrazone sont identiques aux précédents; la semicarbazone fond à 96° et le mélange des deux semicarbazones fond également à cette température.

Le mécanisme de la réaction est le suivant :

$$CH^2{=}C(CH^3){-}C({=}O){-}OC^2H^5 \rightarrow CH^3{-}CH^2{-}C(MgI)(CH^3){-}C(OMgI)(CH^3){-}OC^2H^5 \rightarrow CH^3{-}CH^2{-}CH(CH^3){-}C({=}O){-}CH^3$$

Dans la réaction nous n'avons obtenu ni la cétone non saturée, terme intermédiaire dans la formation de l'alcool tertiaire, ni alcool saturé résultant de l'action du dérivé magnésien sur la cétone saturée.

Il faut avoir grand soin, après la décomposition du dérivé organo-métallique par l'eau, d'entraîner à la vapeur d'eau et non de dissoudre la magnésie par l'acide sulfurique. L'addition de cet acide met toujours en liberté une petite quantité d'acide iodhydrique et il suffit d'une trace de cet acide ou d'un acide minéral pour que, à la distillation, l'alcool tertiaire soit déshydraté : on obtient alors le carbure éthylénique : le diisopropényle (P. E. 69-70). C'est sans doute à cette cause qu'il faut attribuer le fait que divers auteurs, ayant voulu préparer par cette voie des alcools tertiaires, ont obtenu non l'alcool, mais le carbure, produit de déshydratation.

Le rendement de l'opération en cétone saturée n'est bon qu'à condition d'opérer au-dessous de zéro; si, au contraire, on laisse la température s'élever vers 20°, il se forme très peu de cétone, la proportion d'alcool tertiaire augmente et l'on obtient en même temps un peu de diisopropényle.

Nous avons essayé de remplacer, dans cette réaction, l'iodure de méthyle par l'iodure d'éthyle, en opérant exactement de la même manière. La fixation ne se produit plus, nous n'avons pas obtenu trace de cétone saturée, le seul produit de la réaction est le diéthylpropénylcarbinol (P. E. 162).

Nous n'avons pu également fixer l'iodure de magnésium-méthyle sur la liaison éthylénique d'une aldéhyde non saturée, malgré l'emploi d'un excès du dérivé magnésien. L'expérience a porté sur le crotonal et nous avons obtenu uniquement du méthylpropénylcarbinol (P. E. 122).

Par contre, nous avons pu effectuer la fixation sur des éthers non saturés $\alpha\beta$ possédant en α un carbone secondaire. L'iodure de magnésium-méthyle et l'$\alpha\alpha$-diméthylacrylate d'éthyle nous ont donné, à côté du diméthylisobuténylcarbinol (P. E. 138) et de son produit de déshydratation, le diméthyl-2-4-pentadiène-1-3 (P. E. 90), une très petite quantité de cétone que nous n'avons pu isoler qu'à l'état de semicarbazone (P. E. 124). L'azote de cette semicarbazone a été dosé et correspond à une cétone saturée possédant 7^at de carbone dans sa molécule. Cette cétone est vraisemblablement la diméthyl-2-2-pentanone-4, la fixation ayant lieu comme dans le cas du méthacrylate d'éthyle. Nous n'avons pu élucider ce dernier point, la synthèse de la diméthyl-2-2-pentanone-4 présentant de grandes difficultés pratiques.

En résumé, l'expérience montre que les dérivés organo-magnésiens peuvent se fixer directement sur la liaison éthylénique, mais la fixation exige la présence d'un groupe électro-négatif en α par rapport à la double liaison. En ce qui concerne les iodures acycliques, elle semble limitée à l'iodure de magnésium-méthyle, et, par suite, cette réaction intéressante au point de vue théorique ne semble devoir comporter d'application pratique que dans des cas exceptionnels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la cryoscopie des sulfates.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans un lumineux Mémoire sur *le poids moléculaire des liquides* (¹), M. E. Mathias a tiré de la théorie liquidogénique des conclusions qui sont

(¹) E. Mathias, *Le poids moléculaire des liquides* (*Mémoires de l'Académie de Toulouse*, 10e série, t. III) et *Le point critique des corps purs* (Paris, C. Naud, 1904). Voir aussi de Heen, Henry, Traube, *Sur les théories liquidogéniques*.

en parfaite harmonie avec celles que j'ai formulées à la suite de mes études sur les sulfates dissous (*Comptes rendus*, p. 42). Après avoir fixé les conditions qui, en tonométrie et en cryoscopie, permettent de substituer les molécules gazeuses aux molécules liquides qui seules interviennent dans les phénomènes, M. Mathias établit que, dans la formule générale de la cryoscopie $\left(T - T' = K \frac{n}{n+n'}\right.$, où T et T' sont les températures de solidification des liquides, n le nombre des molécules dissoutes, n' le nombre des molécules dissolvantes$\left.\right)$, le coefficient K devient $\frac{K}{y}$ en solutions très diluées quand y molécules liquides se groupent pour n'en faire qu'une.

Or, dans mes expériences, $(T - T')$ relatif à l'acide sulfurique libre est le double de la valeur correspondant au sulfate de zinc dont la solution est au même taux d'acide sulfurique; elle est le triple de la valeur relative au sulfate chromique vert normal. Donc le coefficient d'association y est 2 pour le sulfate de zinc liquide; il est 3 pour le sulfate chromique vert liquide, par rapport à l'état régulier de l'acide sulfurique liquide à la même température. Or j'ai précisément conclu de mes expériences chimiques que, si l'acide sulfurique dissous est SO^4H^2, le sulfate de zinc dissous est $(SO^4Zn)^2$ et le sulfate chromique vert que j'ai décrit (*loc. cit.*) est à l'état dissous $Cr^2(SO^4)^3$. L'accord me semble donc établi entre les résultats de la Physique et ceux de la Chimie.

Il n'est pas inutile de montrer que ces résultats s'étendent au sulfate chromique violet ordinaire de façon à mettre hors de doute l'isomérie de ces deux séries de sels. Je l'ai constaté de la manière suivante :

A une dissolution de sulfate violet renfermant par litre $13^g,7$ d'oxyde Cr^2O^3 ($0^{mol},09$) j'ai ajouté $0^{mol},09$ d'acide sulfurique, avant de compléter à 1^l. Au bout de 6 mois cette solution violette correspondait à un abaissement cryoscopique de $0^o,71$, soit dans notre supposition $0^o,355$ pour le sel et $0^o,355$ pour l'acide libre. Cette supposition est exacte; car l'acide total, s'il était libre, équivaudrait à $0^{mol},36$ et à un abaissement cryoscopique de $1^o,43$. La part incombant à l'acide libre, dans un mélange à molécules égales $SO^4H^2 + Cr^2(SO^4)^3$, serait le quart de $1^o,43$ soit $0^o,3575$, c'est-à-dire $0^o,355$.

En outre le mélange initial porté à l'ébullition verdit par suite d'un dédoublement qui, d'après M. Recoura, ne change pas le nombre des molécules; de sorte que l'abaissement cryoscopique initial 0,71 ne doit pas changer. C'est ce que l'expérience confirme absolument. Je retrouve donc sur le sulfate violet les particularités et les constantes physiques que m'a données le sulfate vert.

En résumé, la cryoscopie des sulfates fournit des indications en rapport avec les données chimiques quelle que soit la valence du métal.

Chlorures. — Il n'en est plus de même pour les chlorures, du moins à la première inspection des nombres trouvés par Raoult et les autres physiciens. Cela tient sans doute à ce que les chlorures dissous ont une complexité qu'il est facile de mettre en évidence. Partons d'une dissolution de chlorure cuivrique $CuCl^2$. Si cette molécule existait dans l'eau, la baryte la transformerait en oxyde. Au contraire, j'ai trouvé que l'addition de l'eau de baryte à la solution cuivrique précipite dès les premières gouttes un corps vert bien connu $CuO, 3CuCl^2$ qu'un excès de base n'altère pas sensiblement, même à chaud. Cette expérience si simple et susceptible de formes variées prouve que la molécule dissoute n'est pas $CuCl^2$.

Il se pourrait aussi que d'autres complications cryoscopiques proviennent de ce que, dans la relation $n = \lambda N$ qui lie les nombres n et N des molécules gazeuses et liquides du corps dissous, la valeur de λ ne soit plus la même que dans la relation correspondante relative aux molécules n' et N' du dissolvant. Et alors, d'après M. Mathias, il ne serait plus permis de substituer les molécules gazeuses, seules connues, aux molécules liquides inconnues, dans la formule générale de la cryoscopie.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque : application pour caractériser la pureté des eaux.* Note de MM. **Trillat** et **Turchet**, présentée par M. Roux.

La présence de l'ammoniaque étant considérée comme un indice de pollution, sa caractérisation a toujours fixé l'attention des hygiénistes.

En dehors de la méthode classique de M. Schlœsing, on utilise couramment comme procédé rapide la méthode de Nessler qui consiste à former l'iodure de tétramercure-ammonium qui communique à l'eau une coloration jaune ou forme un précipité de même couleur.

Au cours de recherches sur la sensibilité de ces méthodes, nous avons constaté que l'emploi du réactif de Nessler pouvait donner lieu à des interprétations erronées à moins de recourir à la distillation, ce qui est une complication; tel est le cas lorsque l'on opère sur des eaux bicarbonatées, calcaires, sulfureuses ou sur des eaux chargées de matières albuminoïdes. C'est ainsi que nous avons été amené à rechercher une nouvelle méthode présentant plus de sécurité, tout en conservant la sensibilité et l'instantanéité du réactif de Nessler.

Quand on ajoute à un liquide contenant de l'ammoniaque de l'iodure de potassium en solution en même temps qu'un hypochlorite alcalin, il se forme instantanément une coloration noire intense qui se résout en un pré-

cipité dont les propriétés ont pu être identifiées avec celles de l'iodure d'azote décrit par Gay-Lussac.

C'est sur cette remarquable propriété de l'iodure d'azote de communiquer à l'eau une coloration noire nettement visible encore au $\frac{1}{500000}$ qu'est fondé notre procédé.

On ne peut réussir à former l'iodure d'azote en mettant en contact directement de l'iode ou de l'iodure de potassium avec des traces d'ammoniaque. Par contre, si l'on provoque la formation intermédiaire de chlorure d'iode, la réaction a lieu instantanément en présence d'une petite quantité d'alcali. La réaction peut être exprimée ainsi :

$$3\,ClI + AzH^3 + 3\,NaOH = 3\,NaCl + AzI^3 + 3\,H^2O.$$

La mise en œuvre de cette réaction est extrêmement simple, comme on le verra plus loin.

Nous avons vérifié conformément à nos prévisions que cette précipitation instantanée de l'iodure d'azote provenait bien de la formation d'un chlorure d'iode : en effet, les solutions aqueuses du protochlorure et du trichlorure d'iode fournissent immédiatement après légère alcalinisation le même précipité d'iodure d'azote que dans la méthode précédente. Ces solutions ne présentent toutefois aucun avantage sur les premiers réactifs, qui sont d'ailleurs plus faciles à se procurer. Il faut, pour la bonne réussite de la réaction, se conformer aux prescriptions suivantes, le précipité d'iodure d'azote disparaissant dans un excès de réactif. Voici comment on peut opérer pour rechercher les traces d'ammoniaque dans l'eau.

Dans un tube à essai on met 20^{cm^3} à 30^{cm^3} de l'eau à analyser; on ajoute 3 gouttes d'une solution d'iodure de potassium à 10 pour 100 et 2 gouttes d'une solution concentrée d'hypochlorite alcalin (nous avons employé l'eau de Javel du commerce) (¹).

La coloration noire se produit immédiatement (²) et est assez stable pour permettre de faire des évaluations colorimétriques. Dans ce cas, on prépare, comme dans le procédé de Nessler, une série de types contenant des doses connues d'ammoniaque variant par exemple au $\frac{1}{100000}$, l'erreur d'évaluation colorimétrique n'étant pas supérieure à ce chiffre et l'on compare les colorations. On a le soin d'opérer sur la même quantité de liquide disposé dans des tubes à essai bien calibrés et de même nuance.

Nous avons contrôlé par une série d'essais faits à part qu'en opérant dans les conditions qui viennent d'être décrites, aucune coloration noire, semblable à celle de l'iodure d'azote, n'était fournie par d'autres corps que l'ammoniaque; nous avons notamment expérimenté les amines de la série grasse et de la série aromatique, les amides, les uréides, les dérivés pyridiques, les nitrates et les nitrites minéraux et organiques. Par contre, la réaction est obtenue avec tous les sels ammoniacaux.

La salive humaine, l'urine, le suc gastrique, les jus de viande fournissent

(¹) Nous nous sommes assurés que l'eau de Javel ne contenait pas de l'ammoniaque libre ou des sels ammoniacaux.

(²) Dans les cas douteux, pour ne pas confondre avec la coloration due à l'iode mis en liberté, on ajoute un très léger excès d'hypochlorite qui dissout l'iode.

abondamment, même en solutions aqueuses très étendues, la coloration noire de l'iodure d'azote, provenant de leurs sels ammoniacaux : la méthode colorimétrique pourra permettre d'en évaluer l'ammoniaque en présence des substances qui les accompagnent, avec, bien entendu, les erreurs inhérentes à tous les procédés colorimétriques.

Nous avons appliqué spécialement notre méthode à caractériser la pureté d'une eau potable.

Voici les résultats qu'elle a donnés en opérant comparativement avec le procédé Nessler sur une eau contenant $\frac{1}{100000}$ d'ammoniaque additionnée de diverses substances et en comparant les colorations.

	Nessler.				Iodure d'azote.			
	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{20000}$	$\frac{1}{50000}$	$\frac{1}{100000}$	$\frac{1}{10000}$	$\frac{1}{20000}$	$\frac{1}{50000}$	$\frac{1}{100000}$
Eau bicarbonatée	o	atténuée	atténuée	col. norm.	col. nor.	col. nor.	col. nor.	col. nor.
Eau sulfureuse	o	o	atténuée	atténuée	Id.	Id.	Id.	Id.
Eau calcaire	atténuée	atténuée	atténuée	col. nor.	atténuée	Id.	Id.	Id.
Eau chargée de chaux	atténuée	atténuée	atténuée	Id.	atténuée	atténuée	Id.	Id.
Eau avec matière albuminoïde	o	atténuée	atténuée	Id.	atténuée	col. nor.	Id.	Id.
Eau additionnée d'urine	atténuée	atténuée	col. nor.	Id.	col. nor.	Id.	Id.	Id.

Dans beaucoup de cas, les eaux suspectes contiennent de la matière albuminoïde, elles peuvent être chargées plus ou moins de sulfures alcalins dont l'accumulation peut faire échec à la réaction de Nessler. Le Tableau indique que l'influence des sulfures est nulle dans le cas de la deuxième méthode.

Enfin, nous avons comparé, comme procédé quantitatif, les doses d'ammoniaque contenues dans les eaux d'égout qui nous ont été fournies et contrôlées par le Service des Eaux de Montsouris : on a comparé les résultats avec ceux provenant des mêmes dosages effectués avec les méthodes de Schlœsing et Nessler.

Eaux d'égout.	Extrait à 100° par litre.	Méthodes Schlœsing.	Nessler.	à l'iodure d'azote.
	g	mg	mg	mg
Bassin de Clichy	2,12	23,9	9	18
Région de Méry	0,84	21,4	13	23
Conduite sous Poissy	2,98	25,2	10,5	17,5
Collecteur de Triel	»	27,2	11,4	23,40

En résumé, la réaction de l'iodure d'azote pourra rendre service dans beaucoup de cas pour déceler l'ammoniaque; elle est spécialement à recommander pour caractériser la pureté des eaux et y déceler les infiltrations

de matières organiques en décomposition. A ce titre, elle pourra être employée en même temps que le fluorescope décrit dans ces *Comptes rendus* ([1]).

CHIMIE. — *Sur l'évolution du carbone dans les combustibles.* Note de MM. **Isidore Bay** et **Just Alix.**

Les combustibles fossiles proviennent, comme on le sait, de la transformation des anciens végétaux sous l'influence d'agents divers, chaleur, pression, fermentation, etc. Les végétaux étant composés en majeure partie de cellulose, on peut considérer les combustibles comme des produits d'altération de la cellulose. Nous avons étudié un grand nombre de combustibles et nous avons constaté que la richesse en carbone augmentait avec l'âge du combustible. Il était intéressant de voir comment et dans quel sens évoluent les quantités de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote à travers toute la série des combustibles, en partant de la cellulose, terme premier de cette évolution, pour arriver au diamant qui en est le terme ultime. C'est le résultat de ce travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

Pour rendre plus saisissante l'évolution des divers éléments à travers la série des combustibles, nous l'avons représentée par des courbes, en portant en abscisses les corps étudiés et en ordonnées les quantités pour 100 de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote qu'ils contiennent.

Les nombres nous ont été donnés en prenant la moyenne de trois cents analyses de chaque combustible, provenant de mines et de pays différents.

Sur la courbe d'évolution du carbone, nous remarquons que le carbone, qui entre pour 44,44 pour 100 dans la cellulose, monte rapidement pour atteindre une moyenne de 74,46 dans la houille, 89,29 dans l'anthracite, 93,86 dans le graphite.

L'oxygène, qui part de 44,39 pour 100 dans la cellulose, diminue très rapidement, surtout entre le lignite (28,03) et la houille (9,03).

Nous avons dû tracer les courbes d'évolution de l'hydrogène et de l'azote à une plus grande échelle, afin de mieux saisir des différences qui auraient passé inaperçues à l'échelle des courbes du carbone et de l'oxygène.

On remarque le saut brusque que fait l'hydrogène entre la houille (4,82) et l'anthracite (3,28) et surtout entre l'anthracite (3,28) et le graphite (0,1).

En résumé, tandis que le carbone augmente de la cellulose au graphite,

([1]) *Comptes rendus*, 1899; *Annales de l'Institut Pasteur*, mai 1899.

les autres éléments (oxygène, hydrogène) diminuent. L'azote ne suit pas cette loi et, par notre courbe de l'évolution de l'azote, on voit que cet élément, absent dans la cellulose, augmente du bois à la tourbe, pour diminuer ensuite normalement. Nous nous proposons d'expliquer cette marche irrégulière de l'azote.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Anomalies héréditaires provoquées par des traumatismes*. Note de M. **Blaringhem**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Des essais commencés en 1902 et poursuivis depuis avec succès semblent justifier l'hypothèse suivante : *lorsque l'on coupe les tiges aériennes de certaines plantes herbacées, à une époque de développement rapide, on provoque l'apparition de nombreux rejets qui présentent pour la plupart des anomalies de l'appareil végétatif et de la grappe florale.*

Mes expériences ont porté sur plus de trente variétés de Maïs, diverses variétés d'Orges et d'Avoines cultivées, le Sorgho, le *Coix lacryma*, la Mercuriale annuelle et le Chanvre. La section des tiges principales a provoqué les anomalies suivantes :

1° *Fascies* des panicules du Maïs, des rameaux de la Mercuriale, suture des rameaux du panicule du Sorgho ;

2° *Torsion* des tiges du Maïs, de l'Orge, de l'Avoine, des rameaux de la Mercuriale; *déplacements* des feuilles du Maïs qui sont groupées en verticilles, disposition alterne des feuilles de Mercuriale ;

3° *Métamorphose* des fleurs mâles ou stériles en fleurs femelles ou hermaphrodites dans le Maïs, l'Orge à deux rangs, le Chanvre, le *Coix lacryma ;*

4° *Multiplication* du nombre des étamines dans les fleurs mâles du Maïs, du nombre des épillets de l'Orge, des épis sur un axe latéral du Maïs, sur un chaume d'Orge et des panicules sur un chaume d'Avoine.

Pour une même plante, il existe des relations entre les diverses anomalies. Ainsi la fasciation des rameaux de l'inflorescence terminale du Maïs entraîne la métamorphose des fleurs mâles en fleurs femelles fertiles. Sur plusieurs variétés de Maïs j'ai pu réaliser expérimentalement l'anomalie inverse; la torsion des épis en voie de croissance provoque un amincissement de l'axe et la métamorphose des fleurs femelles en fleurs mâles.

Orienté par ces résultats expérimentaux, j'ai recherché et trouvé, dans des prairies artificielles ayant subi plusieurs coupes avant la maturité, des anomalies que je crois

pouvoir rapporter à la même cause. Au début du mois de septembre 1904, et dans la même localité dont le sol est très fertile, j'ai trouvé dans des champs de *Trifolium pratense,* semé dans l'année, une proportion de 5 à 8 pour 1000 de pieds portant des feuilles de quatre et cinq folioles, et dans les champs où la même variété, semée l'année précédente, avait subi deux coupes, une proportion de 12 à 37 pour 100 de pieds anormaux. Les anomalies, dans ce dernier cas, étaient réunies en grand nombre sur les mêmes pieds; les feuilles avaient de quatre à onze folioles et présentaient des ascidies ou des sutures. De même, les rejets d'*Onobrychis sativa,* après la coupe, présentent, dans la feuille composée pennée, des folioles groupées par trois ou quatre. Le *Lolium perenne* a, dans les mêmes conditions, des épis ramifiés ou des épillets multiples insérés au même point. Enfin, l'anomalie la plus curieuse a été fournie par des pieds de *Leucanthemum vulgare* présentant des traces manifestes de section de tiges; dans un cas, les fleurons ligulés du pourtour étaient en partie transformés en fleurons tubulés; dans un autre cas, les bractées du capitule portaient à leur aisselle des fleurons ligulés surnuméraires doublant, pour ainsi dire, la couronne formée par les ligules du capitule normal.

Un traumatisme brutal produit donc des variations très accusées de bourgeons; j'en ai montré des exemples pris dans des familles très diverses. Certaines de ces variations sont particulièrement intéressantes parce qu'elles présentent une hérédité assez accusée de l'anomalie provoquée artificiellement.

La métamorphose des fleurs mâles de l'inflorescence terminale du Maïs en fleurs femelles donne des graines qui, malgré l'absence d'autofécondation, fournissent une forte proportion de pieds déformés. L'hérédité atteint pour un pied mutilé en 1902, dont les graines ont été plantées en 1903, la proportion de 75 pour 100, et en 1904, malgré la sécheresse (qui semble être un facteur nuisible à la variation), environ 50 pour 100.

De même, pour une variété de *Maïs sucré toujours vert tardif* de Vilmorin qui avait présenté, à la suite de section de tige principale, des feuilles et des épis femelles dans la panicule tordue, la torsion des panicules a été héréditaire à un haut degré (60 pour 100), pour des cultures faites aussi bien dans le Pas-de-Calais que dans les environs de Paris.

Ce fait m'a conduit à trouver une explication possible de la cause de la variation héréditaire du *Dipsacus silvestris,* var. *torsus* étudiée par de Vries. Le savant professeur d'Amsterdam déclare qu'après avoir coupé les tiges principales de plantes ataviques, qui n'avaient pas hérité de la particularité anatomique des plantes mères, il a observé une tendance très remarquable à la torsion dans les rejets qui se sont développés après la section. Il a

répété cette expérience pendant deux années consécutives avec le même succès (¹).

Il semble donc que les sections des tiges principales de plantes herbacées en pleine période de végétation provoquent le développement extrêmement rapide de bourgeons adventifs qui reçoivent brutalement un excès de nourriture. Dans un sol riche, les bourgeons même anormaux donnent des graines fertiles qui reproduisent l'anomalie à un haut degré. Les traumatismes violents semblent donc pouvoir être utilisés pour provoquer l'apparition des *caractères latents des plantes en voie de mutation* (²), s'ils ne sont pas eux-mêmes *une des causes de ces variations spontanées et héréditaires.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'emploi de la leucine et de la tyrosine comme sources d'azote pour les végétaux.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. Guignard.

Parmi les substances dont le rôle comme aliment azoté n'est pas encore nettement élucidé figurent la leucine et la tyrosine. A la suite d'essais de culture en présence de ces corps ajoutés comme unique source d'azote à un sol artificiel de sable lavé et calciné, j'avais constaté que, dans ces conditions, les Phanérogames ne peuvent tirer parti de ces substances organiques, tandis que les Champignons inférieurs les assimilent fort bien (³). Il y avait là une différence qui s'est représentée par la suite dans plusieurs séries d'essais conduits d'une façon analogue. J'eus alors l'idée de substituer au sable un substratum constitué par des billes de verre de petites dimensions, pensant que les racines des plantules en germination pourraient ainsi arriver plus facilement en contact avec les substances nutritives. Les plantes qui végétaient péniblement dans le sable se développèrent fort bien dans le nouveau milieu, ce qui m'a engagé à reprendre complètement l'étude de l'assimilabilité de ces deux amides.

Phanérogames. — Le vase de culture est formé d'un verre cylindrique, coiffé par une cloche à douille de forme basse et munie d'un bouchon de caoutchouc traversé

(¹) Hugo de Vries, *Ueber die Erblichkeit der Zwangsdrehung* (*Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, Bd. VII, 1889, p. 291).

(²) H. de Vries, *Die Mutationstheorie*, Leipzig, 1901.

(³) *Ann. Sc. nat., Bot.*, 8ᵉ série, t. VII, 1898, p. 1.

par trois tubes de verre destinés à l'introduction des semences et au renouvellement de l'air, par l'intermédiaire d'une trompe. Tous les orifices des tubes sont garnis de coton, ainsi que la périphérie du vase, à la jointure de la cloche supérieure. Le fond de l'appareil est occupé par une couche de 6^{cm} à 7^{cm} de billes de verre imbibées d'une solution nutritive sans azote, analogue à celle qui m'avait servi lors de mes premiers essais, et additionnée de $0^{g},50$ de leucine ou de tyrosine par 75^{cm^3}. Le tout est stérilisé par tyndalisation. Les graines employées sont celles de *Cucumis vulgaris*. Elles sont stérilisées par immersion de 2 heures dans une solution aqueuse de sublimé à $\frac{1}{500}$, suivant la technique de Laurent. Les résultats sont résumés ci-après.

Poids moyen sec d'une graine avant expérience : 30^{mg}.

Azote total contenu dans une graine : $1^{mg},772$.

Leucine.

	Premier essai.	Deuxième essai.
Durée	28 juillet-17 août 1904.	28 juillet-25 août 1904.
Gain de poids sec	21,6 pour 100	13 pour 100
Gain d'azote	35,88 pour 100	40,8 pour 100

Tyrosine.

	Premier essai.	Deuxième essai.
Durée	13 août-6 septembre 1904.	13 août-10 septembre 1904.
Gain de poids sec	5,6 pour 100	9,7 pour 100
Gain d'azote	11,9 »	19,5 »

Champignons. — Les cultures ont été faites, ainsi que dans mes expériences précédentes, dans des modifications du liquide de Raulin, de composition élémentaire constante et dont tout l'azote était à l'état de leucine ou de tyrosine. L'ensemencement a été fait avec quelques spores. Voici les résultats rapportés à 50^{cm^3} de solution nutritive.

Leucine.

	Aspergillus niger.	*Aspergillus repens.*	*Penicillium glaucum.*
Durée	13 janvier-12 février 1904.	13 janvier-12 février 1904.	12 février-8 avril 1904.
Poids sec du champignon.	$0^{g},475$	$0^{g},694$	$0^{g},634$

Tyrosine.

	Aspergillus niger.	*Aspergillus repens.*	*Penicillium glaucum.*
Durée	13 janvier-12 février 1904.	13 janvier-12 février 1904.	12 février-8 avril 1904.
Poids sec du champignon.	$0^{g},584$	$0^{g},698$	$0^{g},639$
Tyrosine usée	$0^{g},514$ (sur $0^{g},645$)	$0^{g},4945$	$0^{g},355$

Ces résultats montrent que la leucine et la tyrosine sont également assi-

milables par les Phanérogames et les Champignons. Les divergences observées précédemment tiennent à ce que le contact des racines avec les deux corps azotés s'opérait d'une manière défectueuse dans le sable, par suite de leur faible solubilité. On s'explique alors que la leucine et la tyrosine accumulées dans certaines graines puissent être assimilées malgré cette faible solubilité, qui ne constitue plus, dans ces conditions, une entrave à leur transport au lieu d'utilisation.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la cause de l'appauvrissement des sources dans les régions de plaines.* Note de M. **Houllier**, présentée par M. de Lapparent.

La diminution progressive du débit des sources, constatée par tous les observateurs, présente, au point de vue économique, une importance considérable. Elle a été particulièrement bien étudiée dans les régions de *montagnes*. Mais, dans les régions de *plaines*, les conclusions auxquelles on est arrivé sont loin d'être péremptoires.

En ce qui concerne le bassin de la Somme, des observations poursuivies pendant plusieurs années nous autorisent à affirmer que, si les raisons ordinairement admises (déboisement, diminution des pluies et des neiges, érosion interne du sol), sont bien susceptibles d'expliquer certaines sécheresses passagères, ainsi que la diminution ou le tarissement, avec ou sans résurgence, de sources isolées, etc., elles ne donnent pas la solution du problème d'ordre général qui fait l'objet de la présente Note.

La superficie du bassin de la Somme, comprenant les bassins affluents jusqu'à Abbeville inclusivement, est de 590000^{ha}; la hauteur des pluies est, par année, de $0^{m},63$. Le volume des eaux reçues s'élève donc, en moyenne, à 118^{m^3} par seconde.

La rivière écoule, pendant le même intervalle de temps, 27^{m^3}, soit 23 pour 100, et en hauteur $0^{m},145$ de la tranche annuelle: dans la première moitié du XIXe siècle, elle en écoulait davantage, puisque son débit moyen était alors, au minimum, de 35^{m^3} par seconde.

Les pertes par évaporation directe n'ont pas varié, la température et les conditions climatologiques n'ayant subi dans l'intervalle aucun changement appréciable; elles représentent très sensiblement 60 pour 100.

Il reste un volume de 17 pour 100 dont l'utilisation n'est pas encore définie; ce volume représente en presque totalité l'évaporation par transpiration végétale, qui doit retenir notre attention (¹).

(¹) Nous négligerons les pertes par ruissellement, par évaporation industrielle, etc.,

Les travaux de Lawes, d'Haberlandt, d'Hellriegel, etc. ont démontré qu'une plante évapore un volume d'eau de 250 à 350 fois supérieur au poids de matières sèches qu'elle produit. Cette évaporation formidable correspond, pour un champ de blé par exemple et pendant la durée de la végétation, à l'absorption d'une tranche verticale de $0^m,08$ à $0^m,20$ d'eau et parfois davantage. L'on comprend, dans ces conditions, que *toute modification sensible du nombre ou de l'importance des plantes est susceptible d'influer considérablement sur le volume d'eau qui, non absorbé par la végétation, alimente seul les nappes et les courants souterrains.*

L'exploitation agricole du sol a subi, depuis 50 ans surtout, un changement considérable. Les jachères nues, qui occupaient autrefois le tiers de l'assolement, ont presque totalement disparu; les terres médiocres, jadis abandonnées, sont livrées à la culture. A l'heure actuelle, on ne compte plus que 25000^{ha} de jachères ou de terrains incultes; il y a 100 ans, on en comptait au minimum 195000^{ha} pour 310000^{ha} de surface cultivée.

La jachère, ne subissant guère les effets de la transpiration végétale, laisse écouler une fraction notable de l'eau qu'elle reçoit. Ce fait est constaté expérimentalement dans le drainage, où l'on remarque, pendant les années sèches et pendant l'été, que les drains des jachères donnent seuls de l'eau. Il est également observé par les agronomes, mais au point de vue spécial de la perte des nitrates assimilables qui en est la conséquence.

En nous basant sur les intéressantes observations faites à l'école de Grignon [1], nous pouvons admettre que les jachères laissent passer annuellement une tranche d'eau supplémentaire de $0^m,085$ par comparaison avec les terres emblavées.

Puisqu'il y avait autrefois 170000 hectares de jachères de plus qu'aujourd'hui, l'excédent de volume d'eau qu'elles laissaient écouler était annuellement de

$$170000000^{m^2} \times 0,085,$$

soit, en moyenne et par seconde, $4^{m^3},600$.

Un autre changement important résulte du perfectionnement considérable des procédés et du matériel de culture. A l'heure actuelle, le sol produit à l'hectare au moins 1000^{kg} de matières sèches de plus qu'il y a 100 ans et, à cette production, correspond une consommation supplémentaire qui, pour les 310000 hectares jadis seuls emblavés, peut être évaluée à $310000^{ha} \times 1000^{kg} \times 250^{kg}$ par an, ou $2^{hl^s},5$ par seconde.

Ainsi donc, la suppression des jachères et l'amélioration des cultures ont

---

ces pertes n'ayant aucune influence sur les comparaisons d'ensemble qui forment la base de la présente étude.

(1) *Comptes rendus*, Communications de M. Dehérain, notamment 1895-1896.

eu pour conséquence une augmentation de consommation d'eau qui, répartie sur toute l'année, atteint $7^{m^3},100$ par seconde et correspond à une tranche verticale d'environ $0^m,04$.

Comme nous nous sommes toujours placé dans les hypothèses minima, il est évident que les raisons données justifient facilement la diminution de 8^{m^3} précédemment constatée.

L'étude particulière des débits d'étiage donne lieu à des constatations très intéressantes, qui corroborent manifestement toutes nos hypothèses.

Conclusions. — Il est ainsi démontré que l'appauvrissement progressif des sources du bassin de la Somme résulte DU PERFECTIONNEMENT DE L'EXPLOITATION AGRICOLE DES TERRES, *entraînant une augmentation importante de l'évaporation par transpiration végétale.*

Or l'agronome cherche de plus en plus à s'approprier toute l'eau recueillie par le sol, d'abord parce que celle-ci est, suivant l'expression de M. Dehérain, « la condition essentielle de la fertilité », et ensuite, parce que l'eau non utilisée entraîne avec elle, en pure perte, de précieuses matières fertilisantes.

On peut donc, sans pessimisme exagéré, prévoir que le débit des sources émergeant des bassins cultivés subira dans l'avenir de nouvelles diminutions, et qu'en particulier *nombre de sources permanentes deviendront périodiques.*

Ces diminutions, qui intéressent au plus haut point : l'alimentation publique en eaux potables, le développement de la houille blanche, la conservation d'industries existantes, l'alimentation des canaux, etc., ne pourraient être enrayées, dans les régions de plaines, que par une limitation, *a priori* impossible, des laborieux efforts des agriculteurs et non par les reboisements tant préconisés.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les proportions des gaz du sang artériel, pendant le cours de l'anesthésie chloroformique, restent invariables tant que la ventilation pulmonaire reste à peu près normale.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Les physiologistes qui ont étudié les variations des gaz du sang artériel pendant l'anesthésie par le chloroforme, ont obtenu des résultats fort différents. P. Bert indique dans deux publications différentes des résultats qui se contredisent : augmentation de la proportion d'oxygène dans l'une, diminution

dans l'autre. Mathieu et Urbain, de Saint-Martin, Olivier et Garrett ont trouvé une diminution à des degrés divers de la proportion d'oxygène; Arloing, au contraire, a vu que la proportion d'oxygène augmente. Les expériences qui suivent ont pour but d'expliquer les raisons de ces différences, et en outre de rechercher l'influence que peut exercer la diminution de l'oxygène du sang artériel sur les accidents du chloroforme, syncope respiratoire et syncope cardiaque.

Dispositif expérimental. — Les expériences ont été effectuées sur le chien. Le chloroforme était administré à l'animal au moyen d'un appareil respiratoire à double soupape inspiratrice et expiratrice adapté à la trachée. L'air inspiré passait au préalable dans un flacon contenant du chloroforme dont il entraînait la vapeur. On pouvait faire varier à volonté la proportion de chloroforme contenue dans l'air inspiré par deux procédés : 1° en élevant ou abaissant la température du flacon contenant le chloroforme; 2° en mélangeant avec l'air chargé de vapeur de chloroforme une quantité déterminée d'air pur. Pendant toute la durée de l'expérience, j'enregistrais les mouvements respiratoires au moyen d'un tambour à levier relié à une canule fine piquée dans la trachée; j'enregistrais en même temps la pression artérielle. Avant et pendant le cours de l'anesthésie, j'effectuais de nombreux prélèvements de sang dans l'artère fémorale et j'en déterminais la proportion des gaz. Je reproduis deux expériences seulement parmi celles que j'ai effectuées parce qu'elles suffisent à montrer les causes des variations des gaz du sang.

Expérience I. — Décembre 1902. Chien de 37^{kg}. La dose de chloroforme administrée est toujours suffisante à déterminer l'anesthésie complète de l'animal. La dose de chloroforme est augmentée momentanément et à dessein quelques minutes avant les 4e et 6e prises de sang, afin de provoquer des modifications respiratoires.

Proportions des gaz dans 100^{cm^3} de sang artériel.

Temps.	Volume total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	Observations.
h m	cm³	cm³	cm³	cm³	
3.17	68,70	49,4	17,2	2,1	1re prise de sang avant l'anesthésie. Respiration normale. 18 inspirations par minute.
3.30	»	»	»	»	Début de l'administration du chloroforme.
3.32	»	»	»	»	Anesthésie complète.
3.35	59,70	39,2	18,8	1,7	2e prise de sang. 42 inspirations par minute.
3.42	59,00	39,9	17,4	1,7	3e prise de sang. 17 inspirations par minute.
4.18	60,47	44,1	14,4	1,97	4e prise de sang. 7 ou 8 inspirations par minute.
4.29	61,20	41,2	18,2	1,8	5e prise de sang. 40 inspirations par minute.
4.37	59,00	47,1	9,6	2,3	6e prise de sang. Tout à fait au début de la syncope respiratoire terminale, après un ralentissement respiratoire très marqué.

Cette expérience montre nettement que, lorsque la ventilation pulmonaire ne varie

pas, la proportion d'oxygène, qui est normalement de $17^{cm^3},2$, reste invariable (3e prise, $17^{cm^3},4$), qu'elle augmente lorsque la ventilation pulmonaire augmente (2e prise, $18^{cm^3},8$ et 5e prise, $18^{cm^3},2$) et qu'elle diminue lorsque la ventilation pulmonaire diminue (4e prise, $14^{cm^3},4$ et 6e prise, $9^{cm^3},6$).

Expérience II. — Janvier 1903. Chien de 40^{kg} : le chloroforme, au lieu d'être mis à demeure dans le flacon, y est versé goutte à goutte avec beaucoup de précaution et en quantité juste suffisante pour déterminer l'insensibibité de la cornée, sans atteindre une anesthésie plus profonde. Souvent même la cornée conservait un peu de sensibilité.

Temps.	Volume total de gaz.	CO^2.	O^2.	Az.	Observations.
h m s	cm³	cm³	cm³	cm³	
9.59.30	59,94	36,05	22,71	1,18	1re prise de sang artériel avant l'anesthésie. Polypnée violente, 84 inspirations par minute, animal agité.
10. 4	»	»	»	»	Début de l'administration du chloroforme.
10.17	»	»	»	»	Anesthésie avec insensibilité presque complète de la cornée.
10.27	58,56	36,28	21,08	1,20	2e prise de sang. 60 inspirations par minute.
10.57	58,17	36,25	20,64	1,28	3e » 41 » »
11.51	60,20	37,09	21,86	1,25	4e » 42 » »

Avant de tirer les conclusions de ces résultats, il est bon d'entrer dans quelques considérations sur les conditions dans lesquelles doivent être comparées les proportions des gaz du sang. La première prise de sang avant l'anesthésie, devant servir de point de comparaison, doit être effectuée sur un animal dont la ventilation pulmonaire est normale. Le sang recueilli sur un animal en état de polypnée fournit un point de comparaison défectueux parce que la polypnée modifie inégalement les proportions des gaz du sang, en augmentant la proportion d'oxygène et diminuant beaucoup plus celle de CO^2.

Si la prise de sang initiale a été faite sur un animal en polypnée, on n'est donc pas autorisé à conclure d'une diminution ultérieure de l'oxygène dans le sang artériel à une diminution *au-dessous de la normale*. C'est ce fait qui explique en grande partie la diversité des résultats obtenus par P. Bert et d'autres auteurs; l'influence de la polypnée est manifeste dans les expériences de P. Bert et peut être décelée sûrement dans les Tableaux qu'il a donnés, par les modifications beaucoup plus considérables qu'elle a apportées aux proportions d'acide carbonique qu'aux proportions d'oxygène.

Cette action de la polypnée s'est manifestée de façon très accentuée dans mes expériences, notamment dans l'expérience II, dont la première prise

de sang, qui révèle une proportion d'oxygène de $22^{cm^3},71$ pour 100^{cm^3}, fournit un point de comparaison anormal et trop élevé.

De ces deux expériences je tirerai les conclusions suivantes :

1° Les proportions des gaz du sang artériel restent sensiblement invariables et normales pendant l'état d'anesthésie par le chloroforme tant qu'il ne se produit pas de modifications très importantes de la ventilation pulmonaire;

2° Une diminution importante de la ventilation pulmonaire au cours de la chloroformisation provoque une diminution de la proportion d'oxygène dans le sang artériel;

3° Les conclusions de plusieurs auteurs relatives à une diminution importante de la proportion d'oxygène du sang artériel résultent le plus souvent de l'inexactitude du point de comparaison initial;

4° Les doses faibles de chloroforme déterminent chez l'animal une augmentation considérable et persistante de la ventilation pulmonaire et provoquent indirectement de ce fait la fixation d'une proportion d'oxygène constamment très élevée et au-dessus de la normale dans le sang artériel.

Les deux premières conclusions ressortent nettement de l'expérience I; les deux suivantes ressortent de l'expérience II et expliquent la raison de l'augmentation notable trouvée par M. Arloing dans la proportion d'oxygène. Cette dernière expérience a, en effet, été effectuée dans les mêmes conditions que celles où se plaçait M. Arloing.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mecanisme de l'accommodation.* Note de MM. **H. Bertin-Sans** et **J. Gagnière**, présentée par M. d'Arsonval.

Il y a actuellement deux théories en présence pour rendre compte du mécanisme suivant lequel s'effectuent les changements de courbure des faces du cristallin pendant l'acte de l'accommodation : la théorie d'Helmholtz qui attribue ces changements de courbure au relâchement de la zonule de Zinn et à l'élasticité de la cristalloïde, élasticité qui tendrait à donner au cristallin une forme sphérique; la théorie de Tscherning qui explique au contraire les déformations du cristallin accommodé par une traction exercée par la zonule de Zinn sur la cristalloïde antérieure.

D'après la première de ces théories, la déformation du cristallin serait en quelque sorte active; elle serait passive d'après la seconde. La forme

d'équilibre du cristallin libre de toute adhérence devrait donc, selon la première, correspondre plus ou moins exactement à celle du cristallin accommodé; si la forme d'équilibre du cristallin était par contre analogue à celle du cristallin non accommodé, il faudrait bien admettre, comme dans la seconde, que la déformation de la lentille oculaire est passive lors de l'effort de l'accommodation. On comprend dès lors que l'on puisse déduire de la comparaison des rayons de courbure du cristallin, avant ou après la mort, un argument capable de confirmer ou d'infirmer l'une des théories que nous venons de rappeler.

On a sans doute déjà remarqué que les nombres donnés par Helmholtz pour les courbures de cristallins morts se rapprochaient de ceux qu'il avait trouvés pour des cristallins vivants non accommodés; mais on ne saurait rien conclure de certain de cette remarque, parce que les mesures n'ont pas porté sur les mêmes cristallins et que les valeurs obtenues diffèrent notablement d'un cristallin à l'autre. Helmholtz avait d'ailleurs constaté que les cristallins morts étaient un peu plus épais que les cristallins vivants et c'est même cette constatation qui fut le point de départ de sa théorie.

Il faudrait, pour avoir des résultats concluants au point de vue qui nous occupe, déterminer les rayons de courbure d'un même cristallin : 1° sur le vivant pendant le repos de l'accommodation; 2° aussi rapidement que possible après la mort, la zonule de Zinn étant préalablement sectionnée. Ce sont ces déterminations que nous avons effectuées sur une série de lapins; nous les avons fait porter seulement sur la face antérieure du cristallin parce que c'est la courbure de cette face qui se modifie le plus pendant l'acte de l'accommodation.

Nous nous sommes d'abord assurés, grâce à l'instillation successive d'ésérine et d'atropine, que la variation des rayons de courbure de la cristalloïde antérieure, sous l'influence de l'accommodation, était pour nos lapins supérieure à 2^{mm}.

Nous avons ensuite déterminé la valeur exacte du rayon de courbure de cette cristalloïde antérieure dans l'œil atropinisé. Nous avons dû renoncer pour cela aux méthodes généralement usitées pour l'homme et imaginer un procédé qui nous permît de contrôler pendant la durée de certaines déterminations la direction de l'axe optique de l'œil.

Nous mesurons d'abord, à l'aide de l'ophtalmomètre d'Helmholtz, les rayons de courbure de la cornée et de la surface apparente de la cristalloïde antérieure dans un plan bien défini MN. Ces rayons connus, nous fixons une lampe sur l'axe optique de

l'œil du lapin examiné, en amenant cette lampe dans une position telle que ses trois images oculaires, *a* (cornée), *b* (cristalloïde antérieure) et *c* (cristalloïde postérieure), soient bien sur une même droite. Nous plaçons ensuite l'ophtalmomètre en dehors de cet axe, dans le plan MN, nous l'orientons de telle sorte que son axe coïncide avec un axe secondaire du miroir cornéen et nous mesurons les distances des images *a* et *b* à l'axe même de l'ophtalmomètre.

On peut déduire de ces mesures la distance de l'image cristallinienne *b* au centre de courbure de la cornée et la distance apparente de la cristalloïde antérieure à la surface de la cornée. De la valeur de cette distance apparente on tire, à l'aide d'une formule classique, celle de la distance vraie de la cristalloïde antérieure à la surface cornéenne. Comme l'on connaît d'autre part le rayon de courbure apparent de la cristalloïde antérieure, il suffit d'ajouter sa valeur à la distance apparente de la cristalloïde à la cornée pour avoir la position du centre apparent de la cristalloïde antérieure. La même formule classique que tout à l'heure permet enfin de trouver la position vraie de ce centre de courbure. Il est dès lors facile, connaissant les positions vraies de la cristalloïde antérieure et de son centre de courbure, de calculer le rayon de courbure de cette même cristalloïde.

Le rayon de courbure de la cristalloïde antérieure une fois déterminé sur l'œil vivant, nous avons sacrifié l'animal, enlevé la cornée, sectionné la zonule et mesuré à nouveau, en laissant le cristallin reposer sur l'humeur vitrée, le rayon de courbure de sa face antérieure.

Les nombres ainsi trouvés pour chacun des lapins examinés sont consignés dans le Tableau suivant :

Rayons de courbure de la cristalloïde antérieure.

	Animal vivant. (Accommodation relâchée par l'atropine.)	Animal mort. (Cristallin libéré.)
	mm	mm
Lapin A	6,2	6,1
» B	5,6	5,7
» C	5,7	5,8
» D	6,3	6,4
» E	6,1	6,2

Il résulte de ces déterminations que la courbure de la cristalloïde antérieure ne diffère pas, pour le cristallin libre de toute adhérence, de la courbure de cette même cristalloïde sur le vivant lors du repos de l'accommodation.

La forme normale du cristallin est donc, chez le lapin, celle qui correspond au repos de l'accommodation; la déformation de la lentille

oculaire pendant l'effort de l'accommodation doit par suite être passive comme l'admet la théorie de Tscherning et non active comme le voudrait celle d'Helmholtz.

On peut conclure par analogie qu'il doit en être de même chez l'homme.

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur les bandes d'absorption du sang et de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. Roux.

I. La méthode usuelle d'observation spectrale du sang consiste à introduire ce liquide dans une cuve en verre, prismatique ou à faces parallèles, dont l'épaisseur ne dépasse pas, en général, 4^{cm} à 5^{cm}. En employant la méthode d'observation signalée par M. Etard, en 1897, dans l'étude des chlorophylles, nous avons vu dans le sang une bande d'absorption non définie par les différents auteurs qui ont publié les spectres de ce liquide.

C'est en remplaçant la cuve par des tubes de verre, de longueur variable, aux extrémités soufflées aussi planes que possible, que nous avons pu l'apercevoir et déterminer ensuite les conditions favorables de sa visibilité. Voici, en résumé, le mode opératoire suivi :

Du sang, puisé dans le cœur d'un cobaye vivant, à l'aide d'une seringue, est réparti aussitôt dans des tubes de 20^{cm} à la température de 19°.

Nous nous sommes assurés, par une expérience comparative, que ces différentes opérations, faites dans des conditions d'asepsie rigoureuses, ne modifiaient aucunement les résultats. Un de ces tubes, placé devant la fente d'un spectroscope préalablement réglé en portant la raie du sodium devant la division 100 du micromètre, permet, outre les deux bandes classiques à droite de la raie D, d'en voir une autre, très nette, dans le rouge, à la division 86 de notre appareil. Les longueurs d'onde correspondant aux axes des bandes déjà décrites dans le vert sont $\lambda = 535$ et 575, l'axe de celle du rouge coïncide avec la radiation de longueur d'onde 634.

Pour une concentration donnée du sang, l'observation à la cuve ne montre que les deux bandes du vert; si l'on transvase dans un tube de 30^{cm}, la solution diluée, bien qu'elle contienne toujours la même quantité de matière, permet de voir un spectre à trois bandes.

II. Toutes ces expériences ont été faites avec des dissolutions de sang dont les teneurs étaient inférieures ou analogues à celles employées par les auteurs qui se sont engagés dans l'étude spectroscopique de ce liquide.

Certaines de leurs observations ont été faites à la concentration de $\frac{1}{30000}$,

et la bibliographie, à notre connaissance, ne signale aucun cas où cette dilution très grande puisse produire un phénomène accessoire.

D'autre part, en préparant une série de liqueurs contenant de 0,5 à 120 gouttes de sang pour 100^{cm^3}, nous nous sommes assurés que l'addition d'eau n'était pour rien dans l'apparition de la bande dans le rouge et il reste acquis qu'elle se manifeste aussi bien dans les grandes que dans les faibles concentrations.

Avec le sang de cobaye sa présence est incertaine dans les premiers moments qui suivent la prise du sang sur l'animal, mais après un temps très court elle apparaît d'une façon nette. Si, au lieu d'opérer entre 15° et 22°, on se place dans les conditions de l'organisme, le phénomène est instantané.

III. Afin de ne pas confondre cette modification dans le spectre ordinaire du sang avec les spectres donnés pour les produits d'oxydation ou de réduction de l'oxyhémoglobine, nous avons préparé directement ce produit par la méthode d'Hoppe-Seyler. Nous avions constaté, en effet, par une expérience préalable, que les cristanx d'oxyhémoglobine ne se conservent pas sans altération à l'état sec et que, par suite, la matière que l'on trouve sous ce nom dans le commerce n'a aucune signification biologique.

L'oxyhémoglobine fraîche, que nous avons préparée à partir du sang de cheval, a été obtenue en très beaux prismes orthorhombiques, mesurant de 2^{mm} à 3^{mm}, agissant fortement sur la lumière polarisée, ce qui permet de constater l'homogénéité de la préparation. Ils sont rouge rubis et possèdent une consistance cireuse très caractérisée.

On peut conserver ces cristaux intacts dans l'éther aqueux à basse température. Dans ces conditions, nous avons pu réunir 40^{g} de matières provenant de 5^{l} de sang.

Les solutions qui nous ont servi pour faire des comparaisons de spectres ont été faites avec des cristaux récemment obtenus.

Un tube a été préparé avec du sang frais, l'autre avec une solution d'oxyhémoglobine cristallisée; ils ont été disposés de façon à superposer les bandes qui coïncidèrent exactement; comme elles se trouvent dans le prolongement l'une de l'autre, l'observateur est mis à l'abri de toute erreur de lecture. Le tube renfermant du sang normal contenait une dissolution de 5 gouttes dans 100^{cm^3} et celui renfermant l'oxyhémoglobine, 50^{cm^3} d'une liqueur titrant $\frac{1}{3000}$ de cristaux solides.

Les deux tubes avaient 20^{cm} de longueur mais, si l'on réduit cette mesure à une faible épaisseur en introduisant le liquide des tubes dans une cuve, on ne peut percevoir que les deux bandes bien connues dans le vert.

IV. Chose remarquable, lorsque les solutions de sang ou d'oxyhémoglobine cristallisée sont faites dans du fluorure de sodium à 2 pour 1000, la situation de la bande est changée, elle se place au $\lambda = 612$.

Ce n'est d'ailleurs pas là la seule complexité que comportent ces observations spectrales, car le sang normal, frais, reçu et dilué dans des solutions isotoniques, ne nous a jamais montré que les deux bandes dans le vert.

Il existe donc, au point de vue spectral, une différence très importante entre le sang laqué et le sang qui a conservé son intégrité globulaire grâce à des solutions isotoniques.

En dehors de toute altération on peut constater que les solutions d'oxyhémoglobine donnent une bande dans le rouge, dont la présence se manifeste quand la lumière traverse une longue colonne de substance active et que par conséquent elle rencontre un plus grand nombre de molécules.

MÉDECINE. — *Myélites par toxines tuberculeuses.* Note de M. E. **Clément**, présentée par M. E.-H. Amagat.

L'observation clinique la plus rigoureuse a démontré que, chez les tuberculeux, il y avait des névrites périphériques indépendantes de toute lésion de la moelle et des racines, et produites par les toxines tuberculeuses.

J'ai recueilli un certain nombre de faits cliniques qui tendent à démontrer qu'il y a également des *myélites toxiques tuberculeuses*, indépendantes de toute production néoplasique dans la moelle et ses enveloppes.

Dans la plupart des cas que j'ai observés, les troubles nerveux sont ceux du *tabes incipiens*.

Les manifestations nerveuses masquent tout d'abord les symptômes pulmonaires. Le malade attire l'attention du médecin surtout sur les manifestations nerveuses (douleurs fulgurantes) et parle à peine des troubles respiratoires. Le médecin constate les douleurs fulgurantes, la perte des réflexes *patellaires*, le signe de Romberg et celui d'Argyll Robertson, et il porte le diagnostic d'*ataxie locomotrice* au début, alors qu'en réalité il s'agit d'une tuberculose initiale avec symptômes tabétiques.

Nous pouvons caractériser ces faits par cette dénomination : *Forme larvée, initiale de la tuberculose pulmonaire à type tabétique.*

Dans les cas observés par nous, la marche du tabes s'est arrêtée à la première période comme si les toxines tuberculeuses étaient impuissantes à produire l'évolution complète de la sclérose des cordons postérieurs. De même, la tuberculose paraît évoluer lentement. Je ne donne pas l'explication de ce fait, c'est le résultat de l'observation.

Les données actuelles de la Pathologie générale attribuent à des infections diverses le rôle principal dans le développement des myélites. D'autre part, l'existence des névrites périphériques par toxines tuberculeuses est admise par tout le monde. Nous nous croyons donc autorisé à dire que les myélites survenues au début d'une tuberculose pulmonaire sont également d'origine toxique.

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution du Djebel Hadid (Maroc occidental).* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. de Lapparent.

Chargé par le Comité du Maroc d'une mission géologique dans le Bled maghzen, j'ai parcouru la région de Marrakech et une partie de l'Atlas pendant l'automne de 1904.

Un des premiers résultats de cette étude a été de mettre en évidence la constitution tectonique très particulière et jusqu'ici inconnue du Djebel Hadid, chaîne située un peu au nord de Mogador (1) et comprenant deux sommets principaux, le Djebel Hadid et le Djebel Kourat.

Le nom même du premier sommet (la montagne de Fer) indique la présence d'anciennes mines. Thomson y a signalé le redressement de couches qu'il regardait comme crétacées; Brives (2) y a noté l'existence de couches triasiques rouges; mais il ajoute : « Toutes ces couches sont sensiblement horizontales. »

Or le Djebel Hadid est en réalité un *dôme anticlinal très aigu*, au centre duquel apparaît le Trias.

Sur la face est on trouve d'abord des calcaires crétacés en couches horizontales, puis une dépression sèche est occupée par des argiles et des sables, appartenant à la base du Cénomanien; leur allure est masquée par les éboulis; mais on les retrouve aux extrémités de la chaîne où ils ont participé au mouvement de plissement.

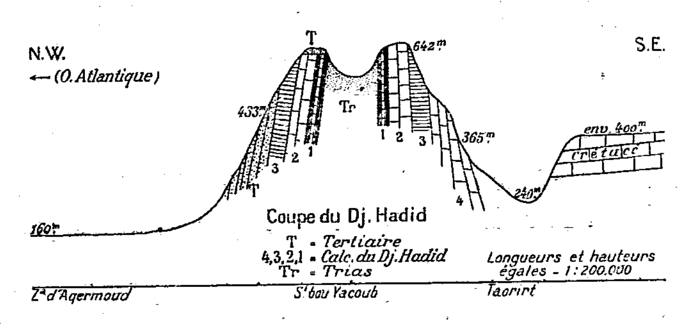
La masse même du Dj. Hadid est formée par des calcaires *redressés jusqu'à la verticale* (voir la figure). Une couche, épaisse de plus de 20^m, est particulièrement remarquable : elle constitue comme l'ossature de la chaîne, déterminant sur presque toute la périphérie un escarpement abrupt; ces calcaires sont traversés par de nombreuses cavernes qui correspondent à des fissures dues à l'enlèvement d'une couche tendre entre deux couches plus dures. Ces fissures ont été, en certains points, remplies par des mine-

---

(1) *Voir* de Flotte de Roquevaire. Carte du Maroc au $\frac{1}{1000000}$.

(2) A. Brives, *Aperçu géographique et géologique sur le grand Atlas marocain* (*Bull. Soc. Géographie d'Alger*, 4e trimestre 1903).

rais ferrugineux, exploités activement à une époque très ancienne. Ces poches ont été complètement vidées; le minerai ne paraît d'ailleurs pas avoir été particulièrement riche; il n'y a pas lieu d'essayer de reprendre son exploitation. L'étude détaillée de ces poches serait cependant intéressante à cause de l'espoir d'y trouver des Vertébrés fossiles.



Ces calcaires (calcaires du Djebel Hadid de la coupe) ne m'ont fourni aucun fossile; toutefois ils passent insensiblement à des alternances de calcaires et d'argiles où j'ai trouvé des fossiles, non encore étudiés; mais la présence de tronçons de Bélemnites ne permet d'hésiter qu'entre le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur.

Ces alternances reposent directement sur des marnes, de couleurs variées, surtout rouges, traversées par des pointements d'ophite et contenant des lentilles de gypse et de sel gemmé, exploitées à Souq-et-Tlatta. Cette formation représente vraisemblablement le Trias; en tous cas sa position au-dessous des calcaires du Djebel Hadid contredit l'opinion de Thomson qui y voyait du Crétacé inférieur.

Enfin on trouve, au sommet du Djebel Hadid, près de Sidi-bou-Yacoub (altitude, 666m environ), des calcaires avec nombreux galets de roches éruptives et anciennes, des Foraminifères et quelques *Ostrea;* ce sont des calcaires tertiaires, identiques à ceux qu'on voit sur le bord de l'Océan, au sud de l'oued Tensift jusqu'à l'oued Tidsi. Ces calcaires sont souvent effondrés dans de véritables poches, analogues à celles qui contiennent le minerai de fer; la formation de ce dernier semble donc s'être produite pendant la période continentale qui a précédé la transgression de la mer tertiaire. On retrouve ces calcaires en place sur le flanc ouest du Djebel Hadid; ils y sont très redressés, presque verticaux.

Au point de vue tectonique, c'est un exemple curieux de ces dômes anticlinaux, très aigus, qu'on connaît dans le reste de l'Afrique du Nord, toujours liés à la présence du Trias. Le phénomène de plissement s'est produit sur le même emplacement et dans le même sens en deux phases au moins, l'une postcrétacée et prémiocène, l'autre postmiocène. Le fait mérite d'autant plus d'être noté que je montrerai ultérieurement qu'il ne paraît pas en avoir été de même à toutes les époques dans le nord-ouest africain.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains eocènes dans le Maroc occidental.* Note de M. A. **Brives**, présentée par M. de Lapparent.

Depuis le mois de novembre 1901 j'ai entrepris trois voyages successifs dans le Maroc occidental. Je ne reviendrai pas sur le premier, dont j'ai déjà fait connaître les principaux résultats [1].

Au cours des deux autres voyages, effectués de juillet à novembre 1903 et de janvier à juillet 1904, j'ai exploré surtout le Haut-Atlas occidental, dans lequel j'ai pu pénétrer à plusieurs reprises jusque dans l'axe même de la chaîne, au voisinage de cimes élevées qui atteignent 4500^m; enfin, pénétrant dans le Sous, j'ai atteint à Tiznit le pied de l'Anti-Atlas.

Laissant de côté les considérations générales sur les formations géologiques reconnues [2], je tiens à signaler tout spécialement l'extension de l'Éocène inférieur. Les terrains de cette formation, très développés dans le Maroc occidental, ne comportent pas de divisions analogues à celles établies pour le bassin de Paris. Leur facies rappelle au contraire celui des terrains de même âge pour lesquels le terme de *Suessonien* a été conservé en Algérie. J'emploierai donc ici ce terme comme synonyme d'*Éocène inférieur*.

L'Éocène supérieur avait seul été signalé dans la région de Tanger où il avait été étudié par Coquand, Bleicher, etc. J'ai pu constater son extension vers le sud jusqu'à l'oued Inaoun. Cet étage reste toujours en rapport avec les derniers contreforts du massif des Djebala et du Rif; il ne dépasse pas vers l'est la ville de Taza.

J'ai reconnu en 1904 la présence de l'Éocène inférieur aux environs immédiats de Tanger, sous forme de calcaires à silex qui affleurent le long de l'oued Marhar et dans l'oued El-Hachef sur le chemin d'El-Ksar-el-Kebir. Ce terrain, peu développé, est recouvert en discordance soit par le Miocène, soit par l'Éocène supérieur.

Au sud d'El-Ksar, les calcaires à silex forment la base du Djebel Sarsar et sur le revers sud de cette montagne, dans l'oued Mda, ils sont surmontés par des marnes gré-

---

(1) *Sur la constitution géologique du Maroc occidental* (*Comptes rendus*, 21 avril 1902); voir aussi Ficheur, *Les études géologiques récentes de M. Brives sur le Maroc occidental;* Vienne, 1904.

(2) Voir Brives, *Bull. Soc. Géog. Alger*, 1903.

seuses et des grès grossiers. Dans ces couches, à Cherichera-el-Aïd, sur le chemin d'Ouazzan, j'ai trouvé quelques nummulites qui appartiennent toutes au groupe de *N. Biarritzensis*.

Ces couches, recouvertes en discordance par l'Éocène supérieur qui forme la partie supérieure du Sarsar, se développent dans les Meçmouda et jusqu'auprès d'Ouazzan. Sur la rive gauche de l'oued Zaz, près de cette ville, on peut constater le passage latéral des couches marno-gréseuses à des calcaires à *lithothamnium* et à *pecten*. Ce facies calcaire paraît se développer vers le nord dans les collines de Ahl-Shérif.

Vers le sud, c'est le facies des calcaires à silex qui domine; il se poursuit au flanc du Djebel Kourt et jusqu'à l'oued Ouerra où ces couches sont recouvertes par le Miocène fossilifère. Elles reparaissent plus au sud, dans les berges du Sebou, à Mechra-ech-Cherifa, pour venir se rattacher à la zone que j'ai déjà signalée des environs de Fès.

Toujours constitué de la même manière, le Suessonien se poursuit, souvent caché par le Miocène, jusqu'à l'Oum-er-R'bia et sur la partie ouest du plateau des Rehanna, mais il n'avait pas été reconnu au sud de cette région. Au cours de mon voyage de juillet-octobre 1903, j'ai constaté sa présence en plusieurs points de la bordure sud de la plaine de Marrakech et jusqu'auprès de Mogador.

La composition est la même que dans les régions du nord. A la base, reposant tantôt sur le Crétacé inférieur, tantôt sur le Cénomanien, quelquefois sur les terrains primaires, existe toujours une petite zone argileuse bleue ou plus souvent blanche de 1^m à $1^m,50$ d'épaisseur.

Au-dessus se développent les calcaires à silex sur une puissance moyenne de 40^m. Ces calcaires sont tendres, quelquefois crayeux et renferment de petits lits marneux pétris de fossiles : cônes, turritelles, cardites et surtout des thersites de grande taille.

Ces couches s'observent à 50^{km} à l'est de Mogador près de Bou-Rikki, dans la vallée de l'oued Kseub. Elles forment un léger synclinal qui repose au sud sur le Turonien, au nord sur le Cénomanien. Ce synclinal passe au nord du plateau découpé des Oulad-Zergoun et vient se perdre dans la plaine de Marrakech.

En arrière de cette première bande, et à la hauteur de Si-Abd-el-Moumem, commence une deuxième zone qui s'infléchit vers le sud-est de façon à atteindre à Imintanout les premiers contreforts de l'Atlas. La constitution lithologique reste la même.

A partir d'Imintanout, le Suessonien se prolonge vers l'est, toujours à la bordure de la plaine jusqu'au Mesfioua, formant une bande étroite quelquefois interrompue.

A la bordure nord de la plaine de Marrakech, cet étage semble faire défaut. Il a dû cependant recouvrir au moins toute la partie occidentale de cette plaine, si l'on en juge par les témoins épars qui émergent des formations alluvionnaires. Ces témoins constituent, au milieu de la plaine, des collines curieuses, de forme tabulaire, auxquelles les indigènes appliquent le terme de *Raïat*. Les couches à silex y sont partout presque horizontales, ce qui permet d'affirmer qu'elles étaient légèrement ondulées et qu'elles devaient s'étendre plus au nord pour rejoindre la bande de l'Oum-er-R'bia soit en contournant les Djebilat, soit même en les recouvrant.

En résumé, l'Éocène inférieur s'est étendu dans toute la partie du Maroc située au nord de l'Atlas. Sur le revers sud de cette chaîne, je ne l'y ai pas rencontré ni dans la plaine du Sous. Le facies des calcaires à silex est général, je n'ai rencontré aucune couche pouvant rappeler le facies des calcaires à nummulites de l'Éocène inférieur d'Algérie. Quant à l'Éocène moyen, il est représenté, dans la région de Fès, par des marnes et des grès qui surmontent en transgressivité les couches suessoniennes, mais je n'ai rien trouvé d'analogue aux formations nummulitiques de la région littorale d'Alger et de Constantine.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la relation des phénomènes erratiques avec le modelé des hautes vallées glaciaires*. Note de M. **Paul Girardin**, présentée par M. de Lapparent.

La zone d'altitude où l'action du glacier est tout à fait prépondérante, dans les Alpes françaises, est celle qui s'étend entre 2200^m et 2700^m, où l'erratique proprement *glaciaire* constitue un *paysage de moraines vives*, ni écrêtées ni gazonnées, aux formes anguleuses et aux pentes abruptes. La vue de ces édifices gigantesques, construits avec des ruines, fait qu'on est tenté de s'exagérer les effets de transport du glacier et sa puissance de creusement. Mais l'erratique ne provient pas uniquement du glacier, et l'on doit noter la provenance des différentes sortes d'erratiques qui encombrent les hautes vallées glaciaires : tous se rattachent par des termes insensibles à la moraine de *glacier vivant*, par l'intermédiaire du *glacier mort*.

1° *Erratique de glacier mort*. — Le glacier mort joue, aux dépens des glaciers subsistants, un rôle de plus en plus marqué, en rapport avec la phase actuelle de décrue. Il se présente sous deux formes : la plus répandue, c'est celle d'ancien glacier suspendu passé à l'état de glacier mort, qui reste collé aux pentes, protégé par sa couverture de moraine superficielle. Dans certains cirques peu visités du soleil, les glaciers de cette catégorie tapissent tout l'intervalle entre les glaciers subsistants. Ils datent au moins de la grande extension glaciaire du milieu du XIXe siècle. La glace, invisible sous le cailloutis, n'alimente aucun torrent; mais l'eau, filtrant sous la moraine, nourrit pendant quelques semaines de petits lacs. Telle est cette forme d'erratique complexe, qui joue alternativement le rôle de moraine, dans les périodes d'activité, et d'éboulis, dans les périodes de repos.

Il arrive d'autre part que, en avant du front du glacier, subsistent, sous le cailloutis, des lobes de glacier mort, détachés de la masse et qui ne participent plus à son mouvement. Le front du glacier commence par se sectionner en plaques de glacier mort entre lesquelles circule le torrent et qui s'aplatissent à la longue jusqu'à ce que la moraine superficielle repose directement sur le sol. Alors la limite du glacier se trouve reportée d'un coup à des centaines de mètres en arrière. Actuellement c'est, pour la plupart des glaciers que nous visitons, la forme habituelle du recul qui se fait par l'intermédiaire du passage au glacier mort.

C'est le glacier mort qui a édifié la plupart des moraines frontales qui se dressent en avant des glaciers actuels. Suivons un de ces glaciers en voie de recul : nous verrons qu'il n'édifie, à l'endroit d'où sort le torrent, qu'une série de petites moraines concentriques, dont chacune mesure le retrait d'une année, et dont il ne subsiste jamais plus de deux ou trois parce qu'au bout de 2 ou 3 ans le torrent en a dispersé les matériaux. Au contraire le glacier mort, fondant lentement et sur place, ne donne pas lieu à la formation d'un torrent, et toute la moraine superficielle qui chargeait le front s'affaisse avec lui et s'accumule sur place au même endroit, édifiant ces moraines frontales en relief (sources de l'Arc).

2° *Erratique de névé.* — On le trouve en abondance au pied des pentes tournées au nord. Forme de passage entre l'erratique de glacier et l'erratique d'avalanche, c'est une forme intermittente, qui n'entre en jeu qu'à certains moments de l'année. Mais le névé n'est pas localisé comme le glacier aux cirques supérieurs, il tapisse toutes les pentes aux expositions favorables, et le glacier de névé a une grande extension en surface. Il peut revendiquer tous les dépôts meubles situés en contre-bas des arêtes, et qui ne sont pas de l'éboulis. Ses dépôts, anguleux et blanchâtres, sont de moyenne grosseur, ce qui les distingue de l'éboulis à gros blocs, et ils offrent cette particularité de se continuer à quelque distance du talus, parce qu'ils ont glissé sur la neige.

3° *Erratique d'avalanche.* — Il tient à la fois des deux précédents par l'agent de transport, glace ou neige, qui est le même, et de l'éboulis, par sa forme intermittente. Chaque année, lors de la fonte subite des neiges, notamment par les coups de fœhn, l'avalanche se produit et entraîne avec elle de la terre et des quartiers de roc. La multiplicité des couloirs d'avalanches (*encouloires, dévaloirs, rizes*), suffit à faire comprendre quelle part revient à l'avalanche dans le modelé des hautes régions. De distance en distance, au pied de chaque couloir, le cône d'avalanches, moins surbaissé

que le cône d'éboulis, fait saillie sur le talus continu d'erratique de névé. Quand les cônes alternent des deux côtés de la vallée, ils donnent au torrent, sans cesse renvoyé d'un versant à l'autre, ce tracé sinueux zigzaguant, caractéristique de la haute montagne. L'avalanche entraîne de très gros blocs, qui roulent d'autant plus loin qu'ils sont plus gros, et beaucoup de ces blocs, à arêtes vives, qu'on retrouve loin de leur lieu d'origine, simulent des blocs erratiques et passent à tort pour tels.

On voit par là combien il faut réduire la part de l'erratique proprement *glaciaire* au profit de l'erratique de névé et de l'erratique d'avalanche.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1905.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. Lœwy, Directeur de l'Observatoire, et M. P. Puiseux; 8e fascicule, comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite); 2° Planche H : *Image obtenu au foyer du grand équatorial coudé;* 3° Planches XLII à XLVII : *Héliogravures d'après les agrandissements sur verre de cinq clichés des années* 1899, 1900 *et* 1903. Paris, Imprimerie nationale; 1904. Texte, 1 fasc. in-4°. Atlas, 1 fasc. in-plano. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Cours du Collège de France de 1880 *à* 1904 *et travaux du laboratoire de* 1875 *à* 1904, par Ch.-A. François-Franck. Paris, Octave Doin, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval. Hommage de l'auteur.)

La Cinématique dans ses rapports absolus avec les pseudo-surfaces, et conditionnels avec les surfaces, par M. Issaly. Paris, A. Hermann, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Fruticetum Vilmorinianum. Catalogus primarius. Catalogue des arbustes existant en 1904 dans la Collection de M. Maurice Lévêque de Vilmorin, avec la description des espèces nouvelles et d'introduction récente, par Maurice L. de Vilmorin et D. Bois. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, et O. Doin, 1904; 1 vol. in-4°. (Hommage des auteurs.)

La Genèse du Monde, par Jules Huré, et un Complément intitulé : *Principes de Morale.* Paris, A. Lahure, 1905; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Enseignement mathématique : méthodologie et organisation de l'enseignement; philosophie et histoire des Mathématiques; chronique scientifique; mélanges; bibliographie. Revue internationale paraissant tous les 2 mois, dirigée par C.-A. Laisant et H. Fehr; 7e année, n° 1, 15 janvier 1905. Paris, Gauthier-Villars; Genève, Georg et Cie; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus mensuels des réunions de la Société de l'Industrie minérale; janvier 1905. Saint-Étienne, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx. Directeurs : MM. Lermoyez, P. Sebileau, E. Lombard; paraissant tous les mois. T. XXXI, n° 1, janvier 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société contre l'abus du tabac, paraissant tous les mois; 29e année, n° 1, janvier 1905. Paris; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1905.)

Note de M. *Considère,* Calcul des ponts en arc et des ponts suspendus :

Page 206, ligne 5, *au lieu de* $\frac{Rl^2}{4f}$, *lisez* $\frac{Rl^2}{8f}$.

Note de MM. *A. Guyot* et *J. Catel,* Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane :

Page 254, ligne 6, *au lieu de* d'une façon normale, *lisez* d'une façon anormale.

(Séance du 30 janvier 1905.)

Note de MM. *Haller* et *A. Guyot,* Synthèse dans la série anthracénique. III. Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé et ses dérivés :

Page 283, ligne 10 en remontant, *au lieu de* triphénylméthane, *lisez* tétraphénylméthane.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 6 février 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. E. BERTIN. — Sur la giration des navires 337
M. J. VIOLLE. — Sur l'action des canons paragrêles 342
MM. A. HALLER et A. GUYOT. — Synthèses dans la série anthracénique. IV. Dérivés diamidés tétraalcoylés symétriques du dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé 343
M. A. MUNTZ. — Le *moelleux* des vins 346
M. A. DE LAPPARENT. — Sur l'extension des mers crétacées en Afrique 34
MM. PAUL SABATIER et A. MAILHE. — Sur les trois méthylcyclohexanones et les méthylcyclohexanols correspondants 350

PRÉSENTATIONS.

Liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey* : 1° M. *François-Franck*, 2° M. *Tissot* 353

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale divers Ouvrages de MM. *H.-Hildebrand Hildebrandsson, Léon Teisserenc de Bort* et de M. *J. Grasset* 353
M. A. HANSKY adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique 354
M. MILLOCHAU. — Sur une mesure de la hauteur de la couche renversante, obtenue à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc 354
M. A. HANSKY. — Observations de la lumière zodiacale faites au sommet du mont Blanc. 355
M. ED. MAILLET. — Sur les solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients monodromes 357
M. P. FATOU. — Sur l'intégrale de Poisson et les lignes singulières des fonctions analytiques 359
M. FRANCESCO SEVERI. — Sur la totalité des courbes tracées sur une surface algébrique et sur les intégrales de Picard attachées à la surface 361
M. DE SPARRE. — Sur la déviation des corps dans la chute libre 363
M. HERISSON. — Sur un nouvel embrayage. 365
M. CH. FÉRY. — Thermomètre intégrateur. 367
M. HENRI ABRAHAM. — Frein synchronisant électromagnétique 368
MM. CH.-EUG. GUYE et A. SCHIDLOF. — Hystérésis magnétique aux fréquences élevées dans le nickel et les aciers au nickel 369
MM. E.-E. BLAISE et A. COURTOT. — Sur la fixation directe des dérivés éthéro-organomagnésiens sur la liaison éthylénique des éthers-sels non saturés 370
M. ALBERT COLSON. — Sur la cryoscopie des sulfates 372
MM. TRILLAT et TURCHET. — Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque : application pour caractériser la pureté des eaux. 374
MM. ISIDORE BAY et JUST ALIX. — Sur l'évolution du carbone dans les combustibles. . 377
M. BLARINGHEM. — Anomalies héréditaires provoquées par des traumatismes 378
M. L. LUTZ. — Sur l'emploi de la leucine et de la tyrosine comme sources d'azote pour les végétaux 380
M. HOULLIER. — Sur la cause de l'appauvrissement des sources dans les régions de plaines 382
M. J. TISSOT. — Les proportions des gaz du sang artériel, pendant le cours de l'anesthésie chloroformique, restent invariables tant que la ventilation pulmonaire reste à peu près normale 384
MM. H. BERTIN-SANS et J. GAGNIÈRE. — Sur le mécanisme de l'accommodation 387
MM. PIETTRE et VILA. — Observations sur les bandes d'absorption du sang et de l'oxyhémoglobine 390
M. E. CLÉMENT. — Myélites par toxines tuberculeuses 392
M. PAUL LEMOINE. — Sur la constitution du Djebel Hadid (Maroc occidental) 393
M. A. BRIVES. — Sur les terrains éocènes dans le Maroc occidental 395
M. PAUL GIRARDIN. — Sur la relation des phénomènes erratiques avec le modelé des hautes vallées glaciaires 397
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 399
ERRATA 400

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 7 (13 Février 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur l'existence d'un ellipsoïde d'absorption dans tout cristal translucide, même sans plan de symétrie ni axe principal.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. L'ensemble des faits optiques tend à montrer que la résistance opposée par les molécules pondérables d'un corps aux déplacements vibratoires ξ, η, ζ de son éther est analogue à celle qu'éprouve un fluide, de la part de petits solides massifs s'y trouvant entièrement immergés, à exécuter de *brèves* oscillations. Cette résistance comprend d'abord une partie principale, fonction linéaire des accélérations vibratoires ξ'', η'', ζ'' et dérivée d'un potentiel, c'est-à-dire égale, suivant chaque axe coordonné, à la dérivée, par rapport à l'accélération correspondante ξ'', ou η'', ou ζ'', d'un polynome homogène du second degré en ξ'', η'', ζ''. Mais elle comprend en outre (par l'effet des frottements s'il s'agit d'un fluide) une petite partie, fonction linéaire des vitesses ξ', η', ζ', à coefficients largement dépendants de la période vibratoire, et toujours décomposable en deux résistances distinctes, comme on peut voir par les pages 602 à 604 du Tome II de ma *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière :* l'une admet un potentiel, ou égale, suivant chaque axe, la dérivée, par rapport à la vitesse correspondante ξ', η' ou ζ', d'un polynome homogène du second degré, que nous écrirons, à un facteur constant près, $a'\xi'^2 + b'\eta'^2 + c'\zeta'^2$, en choisissant comme axes coordonnés ses *axes principaux*, dont la propriété caractéristique est d'y faire disparaître les rectangles $\eta'\zeta'$, $\zeta'\xi'$, $\xi'\eta'$; l'autre partie, dissymétrique et dont rien jusqu'à présent ne prouve l'existence effective,

a ses trois composantes, sauf encore un facteur constant, de la forme

$$f\eta' - e\zeta', \quad d\zeta' - f\xi', \quad e\xi' - d\eta'.$$

II. Si l'on fait abstraction de la petite partie des résistances représentée par les trois dérivées du trinome $a'\xi'^2 + b'\eta'^2 + c'\zeta'^2$, le milieu est *transparent*, c'est-à-dire susceptible de propager des ondes planes exprimées par les parties réelles des formules symboliques

$$(1) \qquad (\xi, \eta, \zeta) = (L', M', N')e^{k(t-lx-my-nz)\sqrt{-1}},$$

avec k, l, m, n réels et constants, mais L', M', N' seulement constants. En effet, la substitution de ces valeurs de ξ, η, ζ dans les équations du mouvement donne, en L', M', N', trois équations comme

$$(2) \qquad \begin{cases} \varphi L' + \chi M' + \psi N' = 0, \\ \varphi_1 L' + \chi_1 M' + \psi_1 N' = 0, \\ \varphi_2 L' + \chi_2 M' + \psi_2 N' = 0, \end{cases}$$

dont les neuf coefficients $\varphi, \chi, \psi, \varphi_1, \chi_1, \psi_1, \varphi_2, \chi_2, \psi_2$ ont les expressions suivantes, où U, V, W désignent les trois différences

$$\frac{1}{(a^2, b^2, c^2)} - (l^2 + m^2 + n^2),$$

avec a, b, c constantes positives, et où D, E, F sont trois constantes réelles, proportionnelles aux coefficients des termes en $\eta''\zeta''$, $\zeta''\xi''$, $\xi''\eta''$ dans le potentiel de la partie principale des résistances :

$$(3) \qquad \begin{cases} \varphi = U + l^2, & \chi = F + lm - \frac{f}{k}\sqrt{-1}, & \psi = E + nl + \frac{e}{k}\sqrt{-1}, \\ \varphi_1 = F + lm + \frac{f}{k}\sqrt{-1}, & \chi_1 = V + m^2, & \psi_1 = D + mn - \frac{d}{k}\sqrt{-1}, \\ \varphi_2 = E + nl - \frac{e}{k}\sqrt{-1}, & \chi_2 = D + mn + \frac{d}{k}\sqrt{-1}, & \psi_2 = W + n^2. \end{cases}$$

Or il suffit de former, même sans le développer, le déterminant des neuf éléments $\varphi, \chi, \psi, \ldots, \psi_2$, pour reconnaître que ses six termes sont, quatre, réels, et, deux, conjugués ou à somme réelle; de sorte que l'annulation obligée de ce déterminant donne en l, m, n une équation de *forme réelle*, définissant, comme on sait, pour chaque direction de la normale aux ondes planes, la vitesse ω de propagation, inverse de $\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}$. D'ail-

leurs, au moins dans le cas, seul effectif, de d, e, f nuls ou très petits, les valeurs en résultant pour ω sont réelles; car ce sont celles qu'on doit à Fresnel, au changement près entraîné par l'orientation, ici différente, des x, y, z, qui n'est généralement pas celle des *axes* du potentiel de la partie principale des résistances. Ainsi la transparence du milieu, quand on annule a', b' et c', est bien établie.

III. Si, justement, la partie principale des résistances avait ses axes de symétrie en coïncidence avec ceux des x, y, z, qui sont les axes principaux des petites résistances en ξ', η', ζ' pourvues d'un potentiel, l'on aurait $D = 0$, $E = 0$, $F = 0$; et les expressions de $\varphi, \chi, \ldots, \psi_2$ se réduiraient à celles, (27), que j'ai étudiées, comme principale application, dans ma *Théorie générale de la translucidité* (même Ouvrage, t. II, p. 611 à 618). Or les constantes D, E, F n'empêchent pas, dans (3), les quantités imaginaires φ_1, φ_2, χ_2 et χ, ψ, ψ_1 d'être respectivement conjuguées, ni de garder leurs dérivées en l, m, n. Par suite, *uniquement basés sur ces deux circonstances* (quant aux six fonctions φ_1, φ_2, χ_2 et χ, ψ, ψ_1), les raisonnements qui, à l'endroit cité (p. 615), m'ont conduit presque sans calcul au coefficient de l'*extinction*, par la distance croissante u à un plan fixe, qu'éprouvent les ondes dès qu'on introduit les petites résistances en ξ', η', ζ' pourvues d'un potentiel, subsisteront sans aucune complication ni modification. Dans l'exponentielle e^{-fu} qui affecte alors l'amplitude des déplacements ξ, η, ζ *effectifs*, le coefficient f est donc donné par la formule (39) (p. 618). Et l'on a, par exemple,

$$(4) \qquad f = \frac{r}{\cos V} \frac{a' \mathfrak{M}.\xi'^2 + b' \mathfrak{M}.\eta'^2 + c' \mathfrak{M}.\zeta'^2}{\mathfrak{M}(\xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2)},$$

où r désigne la vitesse de propagation du rayon lumineux constitué par les ondes, V l'angle de ce rayon avec la normale à la face d'entrée de la lumière incidente dans le corps translucide (c'est-à-dire avec le sens suivant lequel se fait l'extinction quand l'illumination est uniforme sur toute la face d'entrée, supposée même indéfinie), enfin, où $\mathfrak{M}.\xi'^2$, $\mathfrak{M}.\eta'^2$, $\mathfrak{M}.\zeta'^2$ sont les moyennes des valeurs que prennent, durant une période, les trois carrés ξ'^2, η'^2, ζ'^2 des vitesses vibratoires d'un atome d'éther.

IV. Comme, en réalité, les coefficients d, e, f de dissymétrie sont ou nuls, ou insensibles, L', M', N' peuvent être supposés réels. Alors les trajectoires deviennent rectilignes, et ξ', η', ζ' sont proportionnels aux cosinus directeurs l', m', n' de la vibration. Convenons d'ailleurs d'évaluer *parallèlement au rayon lumineux*, et d'appeler δ, la distance du point (x, y, z)

au plan de la face d'entrée, de manière que l'exponentielle e^{-fu} devienne $e^{-(f\cos V)\delta}$, ou que $f\cos V$ soit, pour les amplitudes, le coefficient d'extinction ou d'absorption à considérer dans la pratique [1]. Nous aurons simplement

$$(5) \qquad f\cos V = r(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

Rappelons qu'un corps quelconque est assez peu biréfringent pour qu'on puisse y supposer pareille, avec quelque approximation, la vitesse r de tous les rayons lumineux d'égale période; et prenons, à partir de l'origine, suivant la direction (l', m', n') de la vibration, une droite égale à $\sqrt{\frac{r}{f\cos V}}$, sensiblement proportionnelle, par conséquent, à l'inverse de la racine carrée du coefficient correspondant $f\cos V$ d'absorption. Le lieu de l'extrémité (X, Y, Z) de cette droite sera *l'ellipsoïde d'absorption* de Mallard

$$(6) \qquad a'X^2 + b'Y^2 + c'Z^2 = 1.$$

L'ellipsoïde d'absorption paraît donc bien exister non seulement, comme l'admettent les physiciens, dans les cristaux ayant trois plans rectangulaires de symétrie, ou encore des axes égaux régulièrement répartis autour d'un axe principal, mais aussi dans ceux des deux derniers systèmes à plan de symétrie unique ou même sans plan de symétrie et à axes tous obliques [2].

---

(1) Cette direction du rayon lumineux est celle suivant laquelle l'amplitude des vibrations effectives varie sensiblement, quand les déplacements symboliques ξ, η, ζ ne sont *qu'à peu près* proportionnels à l'exponentielle $e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}$, avec k réel et L, M, N un peu imaginaires, comme elle le ferait en toute rigueur si les ξ, η, ζ symboliques *étaient exactement* les produits de trois constantes imaginaires par cette exponentielle. Le rayon lumineux donne donc le sens suivant lequel se transmet le mouvement dans des ondes planes *latéralement limitées*.

(2) Des observations soignées de M. Camichel (*Étude expérimentale sur l'absorption de la lumière par les cristaux*, aux *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. V, p. 433 à 493, août 1895) et d'autres, de M. Carvallo, avec calculs théoriques étendus (*Absorption de la lumière par les cristaux*, aux mêmes *Annales*, janvier 1896; *voir* surtout les nos 18 et 25 à 28), ont porté sur divers cristaux, mais, en particulier, sur l'épidote, cristal à un seul plan de symétrie; et elles ont montré que les anomalies dues à la variation de r (ou à d'autres causes, inconnues) y étaient insensibles, beaucoup plus faibles, par conséquent, que ne semblaient l'indiquer les expériences antérieures sur l'épidote, dues, notamment, à W. Ramsay.

Je reçois à l'instant (16 février) une Thèse, manuscrite, de M. Stœnesco, où la formule (5) se trouve établie, sous une autre forme, et par une tout autre voie, pour les corps pourvus d'un plan de symétrie.

V. Pour tenir compte des petites variations de r, observons qu'on peut, sauf erreur négligeable du second ordre, remplacer le rayon r de l'onde de Fresnel, peu différente d'une sphère, par la perpendiculaire ω menée du centre au plan tangent à son extrémité. Appelons d'ailleurs l'_1, m'_1, n'_1 les cosinus des trois angles faits, avec les axes de l'onde courbe de Fresnel, par la projection du rayon r sur le même plan tangent, projection qui est aussi celle, sous un très petit angle, de la vibration quasi-transversale correspondante, perpendiculaire au rayon. Il faudra faire, comme on sait,

$$\omega = \sqrt{a^2 l'^2_1 + b^2 m'^2_1 + c^2 n'^2_1}$$

dans la formule (5), devenue

$$(7) \qquad f \cos V = (\text{sensiblement})\ \omega(a' l'^2 + b' m'^2 + c' n'^2).$$

Et il viendra

$$(8) \qquad f \cos V = \sqrt{a^2 l'^2_1 + b^2 m'^2_1 + c^2 n'^2_1}\,(a' l'^2 + b' m'^2 + c' n'^2).$$

Comme la direction (l'_1, m'_1, n'_1) est presque la même, *dans l'espace*, que celle, (l', m', n'), de la vibration, ce sont les cosinus des angles de celle-ci *avec les axes de l'onde courbe* qu'on mettra, sauf erreur entièrement négligeable, pour (l'_1, m'_1, n'_1); et le coefficient d'absorption ne dépendra, en définitive, chez un même corps, que de l'orientation des vibrations.

Ainsi se trouve confirmé pour l'absorption, comme il l'était déjà pour la vitesse de propagation, le double et merveilleux pressentiment de Fresnel, qui voulait, en effet, qu'elles dépendissent uniquement, dans un corps homogène, de la direction des vibrations.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du siliciure de carbone de la météorite de Cañon Diablo.* Note de M. **Henri Moissan**.

Dans la nouvelle étude que nous avons poursuivie de la météorite de Cañon Diablo, nous avons rencontré des cristaux dont la forme était identique à celle du siliciure de carbone de formule SiC. En examinant le résidu laissé par le bloc de 53^{kg} que nous avons dissous dans l'acide chlorhydrique, il nous a été possible d'isoler une très petite quantité de ce composé et d'en déterminer plus exactement la nature.

Le composé retiré de la météorite de Cañon Diablo se présente tantôt

sous la forme d'un cristal hexagonal dont les arêtes sont très nettes et les pans bien perpendiculaires, tantôt sous forme de fragments à cassure vive présentant toujours les angles bien accusés d'un hexagone. Ces différents fragments sont tous colorés, le plus souvent en vert plus ou moins foncé, parfois en vert émeraude, comme les cristaux de siliciure de carbone obtenus dans les ferro-nickels.

Le bromoforme de densité 2,9 se mélange en toute proportion avec l'iodure de méthylène pur de densité 3,4. Les cristaux recueillis nagent sur le premier et tombent dans le second. Nous avons fait des mélanges de ces deux composés organiques de façon à avoir deux liquides de densité 3 et 3,2. Nos cristaux nageaient sur le premier et tombaient dans le deuxième. Leur densité est donc intermédiaire entre ces deux chiffres; elle répond bien à la densité du siliciure de carbone que nous avons déterminée autrefois (¹) et qui est égale à 3,2.

Nous avons pu poursuivre quelques réactions chimiques au moyen de petits fragments retirés de l'ensemble de nos traitements de la météorite de Cañon Diablo. Cette substance ne brûle pas dans l'oxygène à 1000°; elle n'est pas attaquée par le chlorate ou l'azotate de potassium en fusion. Les acides sulfurique, azotique et chlorhydrique concentrés ne la décomposent pas à leur point d'ébullition; il en est de même de l'eau régale, du mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique et du mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium. La potasse caustique en fusion le désagrège lentement avec formation de silicate de potassium qui a été nettement caractérisé. Le chromate de plomb en fusion l'attaque en donnant de l'anhydride carbonique.

L'ensemble de ces réactions établit donc nettement la présence du siliciure de carbone dans la météorite de Cañon Diablo. La provenance de ce bloc de fer peut être terrestre ou sidérale, mais l'existence du siliciure de carbone, au milieu de ce métal, montre que les produits préparés au four électrique se rencontrent dans la nature.

(¹) H. Moissan, *Préparation et propriétés du siliciure de carbone cristallisé* (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 425).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques constantes du méthane pur et sur l'action du méthane solide sur le fluor liquide.* Note de MM. **H. Moissan** et **Chavanne.**

Le méthane pur, qui a servi à nos expériences, a été préparé par décomposition du carbure d'aluminium par l'eau froide. L'un de nous (¹) a démontré antérieurement que ce carbure d'aluminium pouvait se préparer facilement au four électrique par union directe du métal et du charbon. On sépare l'excès d'aluminium en traitant la masse, réduite en petits fragments, par l'acide chlorhydrique concentré et refroidi à 0°. Le traitement doit être poursuivi jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz hydrogène; le résidu cristallin est lavé ensuite rapidement à l'eau glacée, puis à l'alcool anhydre, à l'éther sec, enfin séché dans le vide.

Ce carbure d'aluminium, à reflets mordorés, est enfermé dans de petites ampoules de verre dans lesquelles on fait le vide à la trompe avec soin. Nous avons préparé, d'autre part, des ampoules contenant de l'eau privée d'air par ébullition. Dans une éprouvette, remplie de mercure, on fait passer une ampoule contenant du carbure d'aluminium et une autre renfermant de l'eau bouillie. Les pointes se brisent en arrivant au sommet de l'éprouvette et la décomposition lente du carbure d'aluminium par l'eau se produit; elle n'est complète qu'après plusieurs jours.

L'excès d'eau est ensuite enlevé et le gaz desséché par des plaques de potasse fondue bien exempte de bulles d'air; le gaz passe ensuite dans un appareil où l'on a fait le vide au préalable avec une trompe à double chute. Cet appareil est formé d'un tube à acide métaphosphorique, d'un tube à boules (²) plongé dans un mélange d'acétone et d'anhydride carbonique à −85°, et enfin d'un petit condensateur dans lequel le gaz peut être liquéfié, puis solidifié. En isolant ensuite ce condensateur de l'appareil dessiccateur, on peut y faire le vide, puis, en laissant le méthane solide reprendre l'état gazeux, obtenir un dégagement régulier de gaz pur.

(¹) H. Moissan, *Préparation d'un carbure d'aluminium cristallisé* (*Comptes rendus,* t. CXIX, 1894, p. 16).

(²) H. Moissan, *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs* (*Comptes rendus,* t. CXXXVII, 1903, p. 363).

Analyse. — Deux analyses eudiométriques faites sur des échantillons différents de ce méthane nous ont donné les chiffres suivants :

	cm³			
1° Gaz	2,85			
Oxygène	9,10			
Volume total	11,95			
			Observé.	Calculé pour CH^4.
			cm³	cm³
Après explosion	6,30	Contraction	5,65	5,70
Après absorption par KOH	3,50	Volume CO^2	2,80	2,85
		Oxygène employé.	5,60	5,70
	cm³			
2° Méthane employé	1,50			
Oxygène	3,72			
Volume total	5,22			
			Observé.	Calculé pour CH^4.
			cm³	cm³
Après explosion	2,20	Contraction	3,02	3,00
Après absorption par KOH	0,75	Volume CO^2	1,45	1,50
		Oxygène employé.	2,97	3,00

Densité. — Nous avons utilisé, pour cette détermination, des ballons de verre fermés par un bon robinet et pouvant contenir environ 250$^{cm^3}$. Le vide a été fait dans cet appareil jusqu'à $\frac{1}{50}$ de millimètre; puis on a laissé arriver le méthane pur et sec qui a rempli le ballon à densité. Ce dernier était maintenu dans de la glace et le gaz s'y trouvait à une pression supérieure de 1^{cm} à 2^{cm} de mercure à la pression atmosphérique. Après une heure d'attente, lorsque l'équilibre de température est bien établi, on ferme le robinet du ballon, on sépare ce dernier de l'appareil à vide tout en le laissant dans la glace et l'on ouvre lentement le robinet pour que la pression intérieure devienne égale à la pression atmosphérique. Le robinet est fermé, puis on sèche et l'on pèse le ballon.

Le vide est ensuite fait dans l'appareil à $\frac{1}{50}$ de millimètre; enfin l'on répète la même observation avec de l'air sec sous la pression atmosphérique.

Deux déterminations ont conduit aux valeurs suivantes pour la densité du méthane à 0° et 760^{mm} :

$$D = 0,5540; \quad D = 0,5554.$$

La densité théorique est de 0,555. Notre densité, très voisine de la den-

sité théorique, est donc un peu plus faible que celle qui a été indiquée autrefois par Thomson (0,558) et que celle trouvée par notre confrère M. Th. Schlœsing (0,558) sur un échantillon de méthane provenant de l'action de l'acide sulfurique concentré et froid sur le mercure-diméthyle [1].

Il est vrai que la différence ne porte que sur trois unités de la troisième décimale et qu'elle est voisine de la limite d'erreur que comporte la méthode.

Point d'ébullition et de solidification. — Pour reprendre la détermination de ces constantes, nous avons placé un couple thermo-électrique (fer constantan) dans le tube à liquéfaction et le couple a été gradué avant et après l'expérience par comparaison avec un thermomètre étalon à éther de pétrole.

Lorsque l'on fait arriver le méthane pur et sec dans le tube à liquéfaction entouré d'air liquide, ce gaz se solidifie de suite et prend l'apparence d'un verre transparent et incolore.

Après quelques instants, il cristallise brusquement en aiguilles blanches dont le point de fusion est de $-184°$. M. Olszewski avait indiqué précédemment, comme point de fusion du méthane solide, la température de $-185°,8$. Le liquide incolore, obtenu dans ces conditions, entre en ébullition à $-164°$ sous la pression de 760^{mm}. Ce chiffre se confond exactement avec celui qui a été trouvé par M. Olszewski.

Nous ajouterons que le gaz méthane, qui a été recueilli après la solidification, possède toujours une odeur douce, légèrement alliacée, qui ne peut être attribuée aux impuretés et qui lui appartient en propre.

Action du méthane solide sur le fluor liquide. — Nous avons profité de notre préparation de méthane à l'état solide pour faire réagir ce composé sur le fluor liquide à $-187°$. Pour réaliser cette expérience, nous avons empli de gaz méthane pur un petit tube de verre de 15^{cm^3} environ de volume, dont la pointe était finement étirée, puis, dans un tube à essai, on a liquéfié $0^{cm^3},5$ de fluor. En trempant la pointe fermée du tube de méthane dans l'air liquide, on a solidifié tout le méthane dans cette pointe effilée. On a cassé aussitôt cette pointe au contact du fluor liquide à $-187°$: il s'est produit instantanément une vive lueur accompagnée d'une violente explosion et les deux tubes de verre ont été pulvérisés.

La réaction est donc tout aussi énergique que celle qui se produit entre

(1) Th. Schlœsing fils, *Sur la composition du grisou* (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 398).

le fluor solide et l'hydrogène liquide (¹). Elle nous démontre donc encore que l'affinité chimique persiste à de très basses températures.

MINÉRALOGIE. — *Les roches éruptives basiques de la Guinée française.* Note de M. A. LACROIX.

L'ossature de la Guinée française est constituée par des schistes cristallins et des roches éruptives que recouvrent, sur de vastes espaces, des grès sans fossiles; on sait que parmi ces roches dominent les granites (surtout dans le Fouta Djallon), mais, jusqu'à présent, aucune étude minéralogique n'en a été faite.

Depuis plusieurs années, M. l'administrateur en chef des colonies Salesses, qui, avec tant d'habileté, dirige la construction du chemin de fer de Konakry au Niger, a recueilli lui-même ou fait recueillir par ses collaborateurs (en particulier par MM. Normand et Dolissie) des roches qu'il a bien voulu m'adresser; elles ont complété une série que je dois au gouverneur Ballay; enfin, récemment, M. Hubert m'a envoyé des échantillons qu'il a recueillis dans la même région.

Ces collections montrent qu'en outre du granite à biotite [2] il existe en Guinée de nombreuses autres roches éruptives, mais basiques, *péridotites*, *gabbros* et *diabases*, auxquelles est consacrée cette Note.

Le massif du Kakoulima qui, à l'est de Dubréka, dresse ses trois pointes à une altitude maximum de 950^{m}, est constitué par une péridotite et par des gabbros, en contact avec des grès, que M. Salesses considère comme d'âge plus ancien [3].

La péridotite offre un vif intérêt minéralogique; elle réalise, en effet, à l'état de pureté et de fraîcheur parfaites, le type théorique de la *wehrlite*, tel qu'il est défini par M. Rosenbusch, c'est-à-dire la combinaison de l'olivine et du diallage; toutes les wehrlites qui ont été rencontrées jusqu'à ce jour sont plus ou moins transformées en

---

[1] H. MOISSAN et J. DEWAR, *Sur la solidification du fluor et sur la combinaison à* $-252°,5$ *du fluor solide et de l'hydrogène liquide* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 641).

[2] Les syénites néphéliniques, qui constituent les îles de Los, ne semblent pas exister dans l'intérieur de la Guinée : elles caractérisent une province pétrographique distincte, qui fera l'objet d'une prochaine étude.

[3] Cette opinion est rendue vraisemblable par l'examen d'un grès de ce gisement dont les grains quartzeux sont solidement soudés les uns aux autres et entourés par des paillettes de micas (biotite et muscovite).

serpentines, à l'exception de celle de la localité classique de Szarvaskö en Hongrie, mais celle-ci ne correspond pas exactement à la définition qui vient d'en être donnée, puisqu'elle contient, en outre, une proportion importante de hornblende. Cette péridotite est formée par une masse grenue, d'un vert foncé, d'olivine, sur laquelle se détachent de grands clivages pœcilitiques, à éclat bronzé, de diallage; son aspect extérieur rappelle celui de la harzburgite de Baste. L'examen microscopique ne montre, en plus de ces minéraux, que des grains de chromite. Cette composition se complique parfois par l'apparition de quelques paillettes de biotite ou par celle de la bytownite (kilom. 50 à 51 du chemin de fer); l'olivine qui, dans le type normal, forme des grains arrondis, enveloppés par le diallage, prend des formes géométriques au contact de ce feldspath : cette variété de wehrlite établit le passage au gabbro à olivine. Quand la roche s'altère, l'olivine se serpentinise et le diallage se transforme en actinote fibreuse.

Les *gabbros* présentent deux types : le premier, en filons minces dans la péridotite, rappelle la roche à grands éléments du mont Genèvre, il est formé par de larges masses clivables de labrador et de diallage bronzé. Le second, qui est plus abondant, est à moindres éléments, constitués par de la bytownite et par un pyroxène monoclinique d'un brun jaune, d'ordinaire accompagné d'hypersthène (voisin de la bronzite) et parfois d'olivine. Ces roches sont grenues, l'hypersthène est le minéral le plus ancien; il est moulé par le diallage qui, de même que l'olivine, a une tendance à envelopper le feldspath, bien que celui-ci ne soit pas aplati. Ce pyroxène est souvent maclé suivant $h^1(100)$; par suite de la valeur (presque exactement 45°) de l'angle que n_g fait avec l'axe vertical, dans g^1, les divers individus de la macle s'éteignent d'une façon rigoureusement simultanée : il est dépourvu d'inclusions ferrugineuses et ne constitue pas par conséquent un véritable diallage comme le pyroxène de la péridotite. En outre des plans de séparation suivant h^1, il en présente d'autres, très répétés, suivant $p(001)$ et accompagnés de macles; il renferme en outre fréquemment de fines bandelettes d'hypersthène, alors que ce dernier présente la particularité inverse. Il est intéressant de rappeler que Gürich a signalé des gabbros à hypersthène et olivine à Freetown, dans la colonie voisine de Sierra Leone : les échantillons de ce gisement que j'ai étudiés sont très analogues à ceux qui nous occupent ici, mais ils renferment généralement une petite quantité de magnétite, qui manque à peu près complètement dans les gabbros du Kakoulima; de plus, la tendance à la structure ophitique y est beaucoup plus accentuée que dans ces derniers.

Les *diabases* que j'ai étudiées constituent de nombreux gisements, compris entre le 14° et le 16° de longitude ouest, le 11° et le 10° de latitude nord. Ce sont des roches à grains moyens, à structure ophitique, renfermant fréquemment des plages de micropegmatite qui remplissent les intervalles des plagioclases aplatis (en moyenne labrador, avec andésine basique et labrador-bytownite comme extrêmes). Dans quelques localités (Kaléta sur le Konkouré, confluent du Kouloukouré et du Kouloun-Kouloun; Bomboli, près de l'Ouri, etc.), il existe aussi des variétés compactes, noires, microlitiques, constituant sans doute une forme de bordure des précédentes.

Ces diabases sont essentiellement constituées par des plagioclases et de l'augite (diallagisante), la magnétite est rare ou absente; il y existe parfois un peu de biotite (Kouloun-Kouloun; Kaléta) ou de l'olivine (rivière Kabocobon, près Oundéa; Koïn).

Je ne m'arrêterai pas aux diabases du type commun, mais je signalerai l'intérêt spécial de celles qui sont en outre riches en hypersthène et qui, par suite, établissent le passage aux gabbros (mont Yanfouifari; mont Kaiouendi, près Gabi; sources de la Kouloun-Kouloun, de la Bakitima, bords de l'Ouri, près Bomboli; mont Ghémétighi, près Kindia, etc.). Tous les types possibles de ces passages, avec les extrêmes bien définis, sont réunis entre Socotoro et Koïn Daataré.

L'ordre de cristallisation des divers minéraux est le même que dans les gabbros; l'enstatite ne participe que sur ses bords à l'ophitisme, qui, au contraire, est la règle pour l'augite; dans cette dernière, les plans de séparation et les macles secondaires sont plus répétés encore que dans les gabbros. Dans les groupements microscopiques des deux pyroxènes, les fines bandelettes d'augite ne s'observent qu'à la périphérie des cristaux d'hypersthène; elles sont souvent acompagnées de larmes irrégulières du même minéral, rappelant les formes du quartz de corrosion.

En résumé, les roches dont il vient d'être donné une brève description constituent une série pétrographique remarquablement homogène et continue, présentant un air de famille des plus nets, et n'offrant aucun type aberrant dans la vaste région où ont été recueillis les échantillons étudiés. Il est à noter, en particulier, que les phénomènes d'ouralitisation d'origine secondaire, d'ordinaire si fréquents dans ces types pétrographiques, y sont exceptionnels.

A tous égards, ces roches sont remarquablement fraîches. J'ai eu déj l'occasion de faire une remarque de ce genre au sujet des roches à néphé line du nord-ouest de Madagascar. Dans les régions tropicales où les conditions climatériques sont si favorables à l'altération superficielle des roches, il semble que celle-ci ne suive pas toujours la même marche que dans les régions tempérées. Dans ces dernières, en général, les roches s'altèrent par lente imbibition et progressivement, de telle sorte que dans bien des pays il est souvent difficile de trouver un bloc de roche absolument intacte, quand bien même la décomposition n'y est nulle part poussée jusqu'à ses limites extrêmes. Dans les régions tropicales, ou tout au moins dans celles dont il est question ici, au contraire, la décomposition gagne rapidement de proche en proche, mais en s'effectuant d'une façon totale et presque uniforme, de telle sorte que sous la couche altérée se trouvent parfois, avec de faibles transitions, des roches d'une surprenante fraîcheur, quelle que soit l'altérabilité des minéraux qui les constituent.

On sait d'autre part que la latérite, résultant de cette décomposition superficielle, n'est plus, comme les argiles des régions tempérées, essentiellement constituée par des silicates d'alumine, mais par des hydrates de fer et d'alumine, le plus généralement amorphes et intimement mélangés

comme dans la bauxite. Les roches qui font l'objet de cette Note n'échappent pas à cette règle, mais elles présentent en outre la particularité de renfermer fréquemment un hydrate d'alumine à l'état cristallisé et isolé de l'oxyde de fer. Les diabases notamment, sans perdre leur continuité, sont transformées en masses poreuses, grâce à la conservation des formes extérieures de leurs feldspaths; leurs éléments ferromagnésiens sont altérés sur place en une limonite pulvérulente. Mais l'examen microscopique montre que ces formes extérieures des feldspaths ne sont plus que des squelettes, entièrement constitués par des cristaux enchevêtrés d'*hydrargillite*.

MÉTROPHOTOGRAPHIE. — *Sur une carte topographique d'une assez grande étendue levée en très peu de temps à l'aide de la Photographie.* Note de M. A. **Laussedat**.

A propos de la méthode dite *des parallaxes* appliquée au lever des plans, à l'aide de la Photographie, dont j'ai entretenu, à diverses reprises, l'Académie, je mets encore aujourd'hui sous ses yeux deux vues des environs de la ville du Cap de Bonne-Espérance, avec un fragment de carte qu'elles ont servi à construire, ainsi que les images d'un nouvel appareil analogue au *stéréo-comparateur*, exécuté à Londres par la maison Troughton et Simms, d'après les idées de M. Fourcade, agent forestier au Cap. L'inventeur continue ses expériences délicates dont il m'annonce la publication prochaine et je me bornerai pour le moment à ces quelques indications.

L'objet principal de la présente Communication se rapporte à une application des plus suggestives, pour tous les voyageurs scientifiques, de l'ancienne méthode, la plus simple et la plus générale à la fois, celle des intersections.

Il s'agit de la construction d'une carte, à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, du mont Argée, en Cappadoce, dont les éléments ont été recueillis en deux mois, juin et juillet 1902, par M. le Dr Arnold Penther, de Vienne, chargé par son gouvernement d'une mission qui devait avant tout être consacrée à l'étude de la faune dans cette partie de l'Asie mineure. L'œuvre si intéressante de cartographie en question est donc due uniquement à l'initiative du chef de la mission qui y était préparé, croyons-nous, par ses relations avec l'Institut géographique militaire de Vienne. On sait, en effet, que depuis longtemps la méthode photographique est en honneur dans ce

grand établissement qui s'efforce de la répandre dans les autres services publics.

Le mont Argée est un volcan éteint couronné par un glacier dont le point culminant atteindrait 4000^m, d'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*. Le Dr Penther a réduit cette altitude à 3830^m sur sa carte, mais il reconnaît aujourd'hui qu'elle devrait être reportée à 3905^m.

La surface montagneuse reconnue et représentée sur la feuille que j'ai fait exposer est de 600^{km^2} à 700^{km^2}. La plaine environnante étant à une altitude moyenne relativement faible, de 1100^m à 1200^m, on peut avoir une idée de l'effort qu'il a fallu faire pour réunir, en si peu de temps, et en s'occupant d'autres recherches, les matériaux nécessaires à la construction de cette carte.

Les instruments dont s'est servi le Dr Penther étaient d'ailleurs des plus simples; en voici la liste complète :

1° Une chambre noire ordinaire de $211^{mm},5$ de distance focale, munie à la hâte, au moment du départ, des organes les plus indispensables pour rendre l'axe optique horizontal et l'élever ou l'abaisser, au besoin, par rapport à la plaque sensible, enfin pour faire tourner l'appareil autour d'un axe vertical. Le champ de l'objectif dépassait à peine 30°; il fallait donc 12 vues pour faire un tour d'horizon;

2° Un petit théodolite qui donnait pour les angles une approximation de 15″ sur le cercle vertical et de 20″ sur le cercle horizontal;

3° Un ruban de toile armé de fils métalliques de 30^m de longueur;

4° Deux boussoles dont les indications, troublées le plus souvent par l'action des roches volcaniques sur l'aiguille aimantée, ont pu être rarement utilisées;

5° Un baromètre anéroïde;

6° Deux thermomètres ébullioscopiques pour déterminer les altitudes;

7° Deux thermomètres ordinaires.

Une base de 1200^m de longueur ayant été mesurée dans le voisinage de la petite ville d'Everek, située à 35^{km} au sud de Kaisarie (Césarée), c'est-à-dire à l'autre extrémité du massif de la montagne, on a procédé au choix des stations d'où l'on devait prendre les vues photographiques et, comme la plupart se trouvèrent très avantageusement situées sur des cônes adventifs de l'ancien volcan, on a pu en général y relever des tours d'horizon complets. Sans s'astreindre à les signaler par des pyramides de pierres ou par des perches, de chacune d'elles, avec le théodolite, on a visé sur toutes celles que l'on découvrait et sur d'autres points remarquables, et l'on a

mesuré les angles horizontaux et les angles verticaux, ces derniers pour calculer les différences de niveau.

Après le retour à Vienne, grâce au soin avec lequel avait été tenu le registre des observations, sans prendre la peine de calculer les triangles, on a tracé immédiatement les angles horizontaux sur le papier au moyen d'un rapporteur de $0^m,30$ de diamètre muni d'une règle tournant autour du centre, désigné sous le nom de *transporteur*. C'est ainsi qu'ont été obtenus le réseau des 30 stations photographiques par cinq intersections concordantes et 366 autres points visés, par trois intersections jugées satisfaisantes. Tous les autres points ont été déterminés en projection et leurs altitudes calculées, d'après les photographies au nombre total de 271.

Ces derniers points sont d'ailleurs généralement vérifiables, leurs images étant bien reconnaissables sur trois épreuves au moins, comme on peut s'en rendre compte en regardant attentivement celles que nous avons disposées sur la carte.

M. le colonel baron von Hübl, chef de la section technique de l'Institut I. R. d'Autriche-Hongrie, qui m'a fait l'honneur de m'adresser cette carte accompagnée de plusieurs des photographies qui ont servi à la construire, a, en outre, eu la prévenante attention d'y joindre une copie (photographiée) de la minute établie par M. Ignace Tschamler, officier technique très distingué, attaché à cet Institut.

J'appelle tout particulièrement l'attention de l'Académie sur le nombre restreint des épreuves, eu égard à l'étendue du lever, et sur cette circonstance, si avantageuse pour les savants voyageurs qui ne sauraient ou ne pourraient pas trouver le temps de dessiner la carte, que, grâce à la collaboration d'habiles professionnels, exercés à la lecture des vues photographiées, ce travail peut être entrepris partout et en tout temps.

Avec un scrupule exemplaire et même trop de modestie, M. le docteur Penther, dans une lettre qu'il a bien voulu m'adresser avant la publication officielle de sa carte et du Mémoire fait en commun avec M. Ignace Tschamler, qui doit l'accompagner, me signale ce qu'il appelle les faiblesses de son œuvre.

Je ne crois pas nécessaire d'insister ici sur de légères imperfections qui, en réalité, sont devenues insensibles sur une carte exécutée à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, où les courbes de niveau sont seulement figuratives, les nombreuses cotes d'altitude qui y sont inscrites étant encore exactes à $\pm$ 20^m près, rapportées à celle qui a été admise pour le repère de Césarée.

Je rappellerai simplement l'incertitude de ce repère coté 1065^m,

d'après 31 observations barométriques ou thermo-hypsométriques, par M. le Dr Penther, qui a su depuis que les ingénieurs du chemin de fer d'Anatolie avaient trouvé 1140m par un nivellement trigonométrique, conduit depuis le bord de la mer, et naturellement beaucoup plus précis.

L'orientation de la carte a été déterminée avec soin par l'observation de l'un des passages de la polaire au méridien, en un point du plateau situé à l'ouest de Derbent, dans la région médiane de la montagne; mais, faute de chronomètres, il n'a pas été possible de chercher à obtenir des positions géographiques pour les comparer à celles des explorateurs précédents.

M. le Dr Penther termine sa lettre en disant, et on peut l'en croire, que si, au lieu d'une entreprise accessoire, le lever phototopographique du mont Argée avait été l'objet principal de sa mission, s'il eût été mieux outillé [1] et un peu mieux préparé lui-même, il aurait pu réunir, à peu près dans le même temps, des matériaux suffisants pour la construction d'une carte avec courbes de niveau régulières, à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, tout à fait satisfaisantes.

Au surplus, en nous en tenant à la carte au $\frac{1}{80000}$, supérieurement gravée d'ailleurs dans le système de la lumière oblique, je suis persuadé que toutes les personnes compétentes qui prendront la peine de l'examiner de près en seront émerveillées et souhaiteront que l'exemple donné par un savant naturaliste soit imité par tous les voyageurs scientifiques, explorateurs, géographes, géologues, etc. [2].

Je m'empresse de reconnaître qu'un assez grand nombre de nos compatriotes ont déjà employé et continuent à employer la méthode photographique avec beaucoup de succès; mais il est néanmoins à désirer que ces bonnes volontés ne restent pas isolées et que nos services publics ne paraissent pas demeurer étrangers à un mouvement qui se manifeste jusque chez les nations les plus éloignées, lesquelles ne sont pas, pour cela, les moins avisées, on commence à s'en apercevoir.

J'espère que l'on me permettra, à ce sujet et en terminant, de signaler,

---

(1) Rien qu'en substituant un objectif grand angulaire à celui de 30° d'amplitude, on eût gagné beaucoup de temps en réduisant le nombre des photographies.

(2) Pour convaincre les incrédules, j'avais apporté à la séance plusieurs feuilles magnifiques des derniers levers exécutés au Canada dans des conditions analogues à celles qu'indique M. le Dr Penther. Ceux qui les ont examinées ont pu reconnaître qu'il serait impossible de faire mieux par les procédés dits réguliers, qui exigent un temps beaucoup plus considérable et deviennent même impraticables dans les hautes altitudes, où la méthode photographique s'applique, au contraire, parfaitement.

en effet, d'après un correspondant de Tokio digne de foi, l'usage que les Japonais font en ce moment même de la métrophotographie, après s'en être servi en Corée pour construire des cartes alors qu'ils supposaient avoir à y soutenir la guerre (¹).

J'avais cru, et je l'ai dit ailleurs (²), que les Russes, qui, depuis 10 ans au moins, pratiquent très habilement la méthode, devaient être aussi bien préparés que leurs adversaires; mais j'avais compté sans la négligence d'un état-major qui, d'après des renseignements récents très précis, aurait pour ainsi dire ignoré ou tout au moins méconnu l'initiative prise par le Service des voies de communication, où la métrophotographie est devenue usuelle, et par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg elle-même, dont plusieurs membres distingués, MM. Tschernyscheff, le prince Galitzyn et d'autres, ont largement mis à profit les mêmes méthodes dans deux missions célèbres, l'une à la Nouvelle-Zemble et l'autre au Spitzberg (³).

(¹) Consulter le nº 43 de *La Photographie française,* octobre 1904; on y verra qu'il ne s'agit pas seulement de photographies plus ou moins *documentées,* mais d'un service de reconnaissances parfaitement organisé qui met à profit toutes les ressources de la métrophotographie.

(²) Dans une réponse, nécessairement hypothétique d'ailleurs, à la question qui était faite dans l'article précité du nº 43 de *La Photographie française,* et insérée dans le numéro suivant de la même Revue.

(³) Parmi les nombreuses publications faites en Russie dont j'ai pu prendre connaissance, en me faisant aider par un officier de mes amis qui sait le russe et comprend le polonais, je citerai seulement les quatre Ouvrages suivants dont les deux premiers sont d'excellents Traités élémentaires destinés à guider les débutants et les deux autres des Mémoires contenant de nombreux plans avec courbes de niveau exécutés à de plus ou moins grandes échelles, exclusivement à l'aide de photographies :

THILÉ, *Phototopographie pratique.* Saint-Pétersbourg, 1898.

Professeur Dʳ W. LASKA, *Photogrammétrie.* Lith. de l'École Polytechnique de Lemberg, 1898-1899.

J. CHSCHOWROFF, *Application de la Photographie aux projets de voies de communications;* accompagnée de planches où figurent des tracés de chemins de fer, des variantes, des profils, etc. Tiflis, 1898.

Compte rendu de l'expédition envoyée par l'Académie impériale des Sciences dans la Nouvelle-Zemble en été 1896, avec 8 photographies et 6 cartes dont les échelles varient de $\frac{1}{2000}$ à $\frac{1}{100000}$ (*Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* VIIIᵉ série : Classe physico-mathématique, t. VIII, nº 1).

M. Guignard, en faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Centenaire de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris*, 1803-1903, Volume commémoratif publié par le Directeur et les Professeurs de l'École de Pharmacie, s'exprime en ces termes :

A l'occasion du centième anniversaire de sa fondation, l'École supérieure de Pharmacie de Paris a fait paraître récemment un Volume destiné à rappeler les principales phases de son histoire.

L'École de Pharmacie de Paris a été instituée, en même temps que celles de Montpellier et de Strasbourg, par loi du 21 germinal an XI (11 avril 1803). Mais cette loi n'a pas créé de toutes pièces un organisme nouveau : elle n'a fait, en quelque sorte, que consacrer officiellement l'existence de l'ancien Collège de Pharmacie, établi par déclaration royale de 1777 dans le local occupé, rue de l'Arbalète, par le Jardin des Apothicaires, qui avait été fondé deux siècles auparavant par le philanthrope Nicolas Houel. En 1793, au moment de la suppression des Universités, des Académies, des Corporations et des Maîtrises, le Collège de Pharmacie fut le seul établissement d'instruction publique conservé et autorisé par la Convention.

L'histoire de cette période ancienne méritait, en raison de son intérêt, d'être retracée dans ce Volume du Centenaire, car c'est dans les laboratoires des pharmaciens de l'époque qu'avait commencé la rénovation des sciences expérimentales. A ce propos, on me permettra de rappeler les paroles suivantes de J.-B. Dumas : « La Pharmacie opposa les leçons des choses à l'esprit de système; elle dissipa les rêves de l'alchimie, donna l'essor à l'étude des plantes et prépara de loin la transformation de la chimie moderne. C'est elle qui en a fondé et perpétué l'enseignement, qui en a créé les méthodes expérimentales et les premiers appareils, qui lui a valu Scheele, Vauquelin, Davy, Pelletier, Robiquet et tant d'autres savants, et qui a eu l'insigne honneur de donner à Lavoisier ses premières leçons. »

Après avoir consacré la première partie du Volume à la période antérieure à 1803, j'ai exposé l'organisation et le développement de l'École à partir de cette date, d'abord à la rue de l'Arbalète, ensuite dans les locaux qu'elle est venue occuper, en 1882, sur les terrains de l'ancienne pépinière du Luxembourg. Cet aperçu général est suivi de plusieurs chapitres dans lesquels les professeurs actuels ont retracé l'historique de leurs chaires, en rappelant les travaux et les services de leurs prédécesseurs. On y trouve la preuve que notre École, à toutes les périodes de son existence, a été un important foyer de recherches scientifiques.

Aussi l'Académie des Sciences a-t-elle toujours compté parmi ses membres un certain nombre de pharmaciens. Avant la Révolution, onze avaient fait partie de l'ancienne Académie royale, parmi lesquels on peut citer Lémery, les trois Geoffroy, dont l'un était en même temps membre de la Société royale de Londres; ensuite Rouelle, Baumé, Bertrand Pelletier. En 1795, l'Institut national des Sciences et des Arts remplaçait l'Académie royale des Sciences, supprimée en 1793. Bertrand Pelletier et Baumé y furent élus de nouveau, et l'on y vit entrer en même temps Vauquelin, qui devait être le premier directeur de l'École, Parmentier, Bayen, qui avait été le premier maître de Lavoisier.

Depuis cette époque, 26 pharmaciens, presque tous professeurs à l'École de Paris, ont été élus membres de l'Académie des Sciences, parmi lesquels on en compte 13 dans la Section de Chimie, 1 dans celle de Physique, 1 dans celle d'Économie rurale, 4 dans celle de Zoologie, 5 dans celle de Botanique. Il y a eu, en outre, 2 membres libres.

En raison des liens qui ont toujours existé, comme on le voit, entre l'Académie et l'École de Pharmacie, j'ai pensé que l'Académie voudrait bien accepter l'hommage du Volume que j'ai l'honneur de lui offrir aujourd'hui.

Édité avec soin, ce Volume comprend plus de 400 pages in-4°; il est orné de 26 planches hors texte, qui représentent des vues de l'ancienne et de la nouvelle École et contiennent 60 portraits, parmi lesquels ceux de tous les professeurs qui s'y sont succédé depuis un siècle.

M. **Henri Moissan** fait hommage à l'Académie de deux nouveaux fascicules du *Traité de Chimie minérale*, publié sous sa direction.

M. G. **Darboux** présente le Volume XII des *Atti del Congresso internazionale di Scienze storiche* (Roma, 1-9 aprile 1903), qui contient les *Atti della sezione VIII : Storia delle Scienze fisiche, matematiche, naturali et mediche.*

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Borrelly (1904 e) faite à l'équatorial Brunner (0^m,16) de l'Observatoire de Lyon,* par M. J. Guillaume. Note présentée par M. Lœwy.

Date. 1905.	Temps moyen de Paris.	✱ — ★. Δα.	✱ — ★. Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoile.
Janvier 3....	6h10m12s	+0m29s,35	−3′25″,3	8 : 12	*a*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles	Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a...	1h19m18s,10	−0s,13	−5°57′4″,4	−8″,7	BD — 6°,265, rapp. à *b*
b...	1.19.3,94	»	−6.18.33,8	»	A.G. Vienne — Ott., 281

Positions apparentes de la comète.

Date. 1905.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Janvier 3....	1h19m47s,32	−8,211	−6°0′38″,4	+0,837

Remarques. — Les images sont diffuses et des nuages gênent par moments. La comète a l'éclat d'une étoile de 10e grandeur; il semble qu'elle a un petit noyau.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de 0^m,16) pendant le quatrième trimestre de 1904.* Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 55 jours d'observation pendant ce trimestre et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Taches. — Les taches ont augmenté tant en nombre qu'en étendue : on a noté 64 groupes avec une surface totale de 4167 millionièmes, tandis que le trimestre précédent [1] on avait 45 groupes et 3175 millionièmes. L'examen du Tableau II montre en outre que, d'un mois à l'autre, l'aire tachée s'est constamment accrue.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1017.

La production des taches a été beaucoup plus forte au nord de l'équateur qu'au sud; on note, en effet, 43 groupes avec 3181 millionièmes d'une part, et 21 groupes avec 986 millionièmes d'autre part.

Une grande tache, en novembre, s'est développée rapidement à + 28° de latitude: le 21, au moment de l'observation, son emplacement était marqué par trois très petites taches, 12° à l'ouest du méridien central: le 23 il y avait 9 taches; mais le 24, les taches de la veille avaient fait place à une belle formation qui mesurait 5° en latitude et autant en longitude; le 26 ses dimensions s'étaient encore accrues, elle était alors près du bord occidental du disque solaire, entourée de facules brillantes, peu étendues (les 22, 25 et 27 l'état du ciel n'a pas permis d'observer). A la rotation suivante, ce groupe était en décroissance et il a disparu le 19 ou le 20 (ciel couvert), soit 1 ou 2 jours après son passage au méridien central.

Il n'y a eu aucun jour sans tache.

Régions d'activité. — Les groupes de facules ont augmenté également: on a enregistré 121 groupes dont l'aire totale est de 122,0 millièmes, contre 98 groupes et 100,2 millièmes dans le troisième trimestre. Leur répartition entre les deux hémisphère est restée plus forte au nord (65 groupes au lieu de 52) qu'au sud (56 groupes au lieu de 46).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1904. — 0,00.			
30- 3	3	3,4	—22		18
5-10	5	5,5		+17	153
3- 8	6	7,7		+23	82
13-15	3	10,8		+10	24
6-17	8	11,6	—17		191
7-15	5	11,8		+12	31
7-18	8	13,9		+12	215
13	1	16,6	—18		7
13-21	7	18,6	—22		17
17-25	6	20,5	—22		65
20-25	4	21,0		+17	12
17-24	5	23,0		+14	32
17-25	4	23,5		+17	8
21	1	24,1		+22	3
20-21	2	23,7	—15		17
24-29	6	25,5		+13	62
24-29	6	26,4		+11	304
24-29	6	27,3		+ 9	27
25-26	2	30,9		+12	5
27-28	2	31,5	—13		3
	21 j.		—18°,4	+14°,5	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre 1904. — 0,00.			
27-28	2	1,4		+15	17
27- 7	6	2,3	—17		91
4- 7	2	4,6		+19	3
5- 8	3	5,7		+12	13
7	1	6,6		+ 7	2
4-12	6	7,3	—15		57
11-19	6	13,3		+19	5
11-21	10	16,4	—22		119
14	1	16,8		+15	2
13-19	7	18,8	—21		28
21-26	4	20,4		+28	540
24-26	2	20,6	—18		9
26	1	20,7		+22	9
26	1	21,7	—15		80
17-21	4	21,4		+10	14
21-23	2	22,0		+12	11
16-26	8	22,5		+10	92
18-24	4	22,5		+19	5
23-28	2	24,2		+20	36
19- 1	7	25,3		+20	78
28- 1	2	26,0		+12	145
1	1	27,3	—11		11
28- 1	2	29,9	—17		17
4- 5	2	30,8	—13		13
	18 j.		—16°,6	+16°,0	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Décembre 1904. — 0,00.			
4-6	3	1,9		+9	66
1	1	4,7		+15	4
14	1	8,8	−32		16
4-5	7	9,8		+21	143
8-14	3	9,8		+9	167
5-16	7	11,2		+17	207
5-9	4	11,4		+8	15
8-14	3	13,5		+14	117
8-18	7	14,5		+12	165
14-22	7	16,2		+18	262
14-21	5	18,3	−16		30
		Décembre (suite.)			
14-18	5	18,5		+28	53
17-18	2	20,6		+12	18
21-24	2	22,6		+14	5
23	1	23,6		+22	9
22-24	3	24,6		−15	3
21-1	6	27,5		+14	17
23	1	27,8	−15		6
29	1	30,2	−5		2
24-5	6	30,9	−15		189
	16 j.		−16°,6	+15°,2	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1904.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	»	3	4	»	7	13	2	9	2	»	»	20	1276
Novembre...	»	»	2	7	»	9	15	3	10	2	»	»	24	1397
Décembre...	»	1	»	3	1	5	15	3	9	3	»	»	20	1494
Totaux...	»	1	5	14	1	21	43	8	28	7	»	»	64	4167

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1904.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	1	9	6	»	16	19	3	10	3	2	1	35	36,5
Novembre...	2	3	10	7	»	22	25	2	12	5	3	3	47	44,3
Décembre...	»	2	6	10	»	18	21	3	12	6	»	»	39	41,2
Totaux...	2	6	25	23	»	56	65	8	34	14	5	4	121	122,0

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc.* Note de M. A. Hansky, présentée par M. J. Janssen.

Le but principal des observations actinométriques est la détermination de la constante solaire, laquelle, jusqu'à présent, n'est connue que très approximativement.

Depuis Pouillet, qui, le premier, a déterminé cette quantité, les divers auteurs ont

augmenté de plus en plus sa valeur; voici, d'ailleurs, les valeurs qui ont été successivement attribuées à la constante solaire :

	Cal
Pouillet	1,763
Violle	2,54
Crova	2,83
Langley	3,068
Savelieff	3,47
Angström	4,00

Les deux derniers nombres sont évidemment trop grands.

Les parties du spectre solaire produisant le plus grand effet calorifique sont très peu absorbées par notre atmosphère lorsque celle-ci n'est pas chargée de vapeur d'eau; aussi choisissait-on toujours, pour ces déterminations, des endroits très élevés. Violle observait au sommet du mont Blanc, Crova au mont Ventoux, Langley au mont Whitney, Rizzo au mont Rose et Angström au pic de Ténériffe.

Les dernières déterminations faites par Langley à l'aide du bolomètre lui ont donné $2^{\text{Cal}},54$ comme la valeur la plus probable de la constante solaire.

Mes observations actinométriques, faites au sommet du mont Blanc pendant les années 1897, 1898 et 1900, m'ont conduit à admettre la valeur $3^{\text{Cal}},3$ comme très probable.

A cause de l'importance de cette question, je tiens à présenter en détail les observations de 1900 qui ont été faites dans des conditions météorologiques extrêmement favorables.

Étant invité par M. Janssen à continuer au mont Blanc mes recherches actinométriques, je fis deux ascensions au sommet et, pendant les douze jours que j'y passai, j'obtins cinq courbes actinométriques et une grande quantité de déterminations directes de la radiation calorifique solaire. Toutes ces observations ont été faites avec les appareils de M. Crova.

Pendant mon premier séjour, du 23 au 28 juillet, le temps fut très beau, mais la température trop élevée (elle varia de -2° à -7°). La neige fondait vers midi au sommet même du mont Blanc. Le calme était presque absolu. Les courants aériens ascendants venant de la vallée étaient très forts, ce qui était indiqué par la formation de cumuli au-dessous du sommet. L'état hygrométrique au sommet même était 70 pour 100, ce qui donne pour la tension de la vapeur d'eau $1^{\text{mm}},2$.

La polarisation du ciel était en moyenne 0,50 et n'a jamais dépassé 0,67; sa couleur était d'un bleu ordinaire. La pression barométrique variait de 426^{mm} à 430^{mm}.

Les courbes actinométriques très régulières, le matin et le soir, ont été fortement déprimées un peu avant et un peu après midi (de 9^{h} à 1^{h}) ce que M. Crova avait déjà signalé à Montpellier et au mont Ventoux. Cette dépression peut en partie être attribuée aux courants ascendants de la vallée apportant une grande quantité de vapeur d'eau.

Les calculs, faits d'après la méthode de M. Crova, ont donné, pour la

constante solaire A, des valeurs très petites, même d'après les meilleures courbes, celles des 25 et 26 juillet.

Ces valeurs sont les suivantes :

25 juillet matin, A variait de	2,59 Cal	à	2,37 Cal
» soir..... »	2,73	à	2,25
26 juillet matin, »	2,59	à	2,20

Quelques parties de la courbe ont donné $3^{Cal},0$; mais, comme elles correspondent au moment où le Soleil était très près de l'horizon, je considère cette valeur comme devant être rejetée.

Les maxima d'intensité du rayonnement solaire observés directement ont été :

24 juillet à	12.50 h m	1,81 Cal
25 »	12.05	1,72
26 »	11.45	1,78

Les conditions furent beaucoup plus favorables pendant ma seconde ascension, faite au mois de septembre et surtout les 4 et 5 septembre.

La température variait de — 9° à — 14°. Le vent était très fort (excepté le 4), ce qui empêchait la production des courants ascendants. L'horizon était tout à fait dégagé de nuages.

La pression barométrique variait entre 423^{mm} et 427^{mm}, c'est-à-dire peu. L'état hygrométrique de l'air fut remarquablement faible, 15 pour 100 seulement en moyenne les 4 et 5 septembre, le minimum étant 5 pour 100 le 4 à 6^h du matin et à 15^h, ce qui donne, pour la température de — 13°, $0^{mm},1$ pour la tension de la vapeur d'eau. Le point de rosée descendit jusqu'à — 27° à midi.

Le ciel fut absolument clair le 4, la polarisation était faible, 0,60 en moyenne, avec un maximum de 0,67.

La courbe du 4 septembre a été très régulière et complète depuis le lever jusqu'au coucher du Soleil, ce qui arrive très rarement au mont Blanc; celle du 5 fut bonne seulement le soir.

La dépression de midi a été assez nette.

Ce sont les parties de la courbe assez éloignées de midi qui se sont le mieux prêtées au calcul.

Les maxima de la radiation solaire directement observés ont été :

4 septembre à 1^h de l'après-midi.............	$2^{Cal},02$
5 septembre à 11^h30^m du matin.............	$1^{Cal},99$

Les calculs ont donné pour la constante solaire A les valeurs suivantes pour les masses atmosphériques (m) traversées par les rayons du Soleil.

m =	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
4 septembre, matin, A....	2,76	2,97	3,29				
4 septembre, soir.........	2,49	2,66	2,57	3,11	3,22	3,08	
5 septembre, soir.........	2,52	2,48	2,80	2,92	3,45	2,96	3,19

En moyenne, la constante solaire ainsi déterminée est $2^{\text{Cal}},90$, mais comme dans ces déterminations ce sont les maxima qui sont les plus probables, on peut considérer $3^{\text{Cal}},29$ comme la quantité qui se rapproche le plus de la vraie valeur de la constante solaire.

Le nombre $3^{\text{Cal}},45$ a été obtenu pour une hauteur trop faible du Soleil (9° au-dessus de l'horizon du mont Blanc) pour être accepté.

Pour la journée du 4 septembre, j'ai dressé des courbes théoriques de la variation de la quantité de chaleur reçue au sommet du mont Blanc, en supposant la constante solaire égale à $2^{\text{Cal}},5$, $3^{\text{Cal}},0$ et $3^{\text{Cal}},5$.

La courbe qui correspond à $3^{\text{Cal}},0$ coïncide parfaitement avec la courbe réellement obtenue dans les parties correspondant aux observations du matin et du soir, mais en diffère vers midi. Le maximum qu'elle atteint à midi vrai est de $2^{\text{Cal}},28$, celui obtenu directement étant $2^{\text{Cal}},02$.

La courbe correspondant à la constante $2^{\text{Cal}},5$ est intérieure dans toutes ses parties à la courbe réelle et atteint un maximum de $1^{\text{Cal}},9$ seulement.

La courbe construite pour $3^{\text{Cal}},5$ enveloppe entièrement la courbe réelle et son maximum, $2^{\text{Cal}},75$, est évidemment trop grand.

Quelques parties de la courbe obtenue le 4 septembre ont donné $3^{\text{Cal}},3$; c'est ce nombre qui peut être considéré maintenant comme la valeur la plus probable de la constante solaire. Il est presque certain qu'elle est comprise entre $3^{\text{Cal}},0$ et $3^{\text{Cal}},5$ et que, en tout cas, elle est supérieure à $2^{\text{Cal}},54$, nombre donné dernièrement par M. Langley.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser mes remercîments à M. Janssen de m'avoir donné la possibilité d'exécuter ces travaux et de m'avoir aidé de ses savants conseils.

Je remercie aussi M. Crova, dont les précieux instruments m'ont été d'une grande utilité et qui m'a guidé si obligeamment dans la réduction des résultats obtenus.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Poincaré.

Dans une Communication précédente (¹), j'ai formé la solution fondamentale d'une équation linéaire aux dérivées partielles à n variables indépendantes (solution infinie d'ordre $\frac{n-2}{2}$ sur le conoïde caractéristique Γ

(¹) Séance du 14 décembre 1903.

qui a pour sommet un point quelconque O de l'espace à n dimensions) et appliqué cette solution fondamentale à la résolution du problème de Cauchy dans le cas de $n = 3$.

Je me propose maintenant de résoudre le même problème pour les équations à plus de trois variables,

I. La généralisation au cas de *n impair* n'offre pas de difficulté. Au lieu de former les solutions analogues à celles de M. Volterra et de M. Tedone, j'ai préféré, cette fois, partir directement de la solution fondamentale, en employant, ici encore, la notion de *partie finie* d'une intégrale infinie, qui intervient dans la solution relative à $n = 3$. On obtient ainsi, d'un seul coup, la valeur de l'inconnue au point O, en fonction des données.

Il est à remarquer, toutefois, que l'on est obligé de supposer celles-ci dérivables jusqu'à l'ordre $\frac{n-2}{2}$. La forme même de la solution obtenue paraît montrer que cette nécessité est dans la nature des choses.

II. La méthode cesse, au contraire, de s'appliquer aux valeurs paires de n, et cela pour deux raisons :

1° La *solution fondamentale* n'est plus définie qu'à une fonction régulière près (solution de l'équation);

2° La notion de *partie finie* est également en défaut pour les intégrales définies que l'on serait conduit à introduire, l'ordre d'infinitude de ces intégrales étant entier.

Nous allons voir que ces difficultés n'ont rien de fortuit et qu'il existe une différence profonde entre le cas actuel et le précédent.

Un artifice simple permet, en effet, de passer de l'un à l'autre et, par conséquent, de résoudre le problème pour toutes les valeurs de n.

Cet artifice consiste à introduire une variable supplémentaire z, en choisissant les données de manière à ce que la solution soit indépendante de z. Le problème ainsi modifié est évidemment équivalent au problème primitif; et cependant on est ramené, par cette modification, à une équation contenant une variable indépendante de plus. C'est ainsi que l'on pourrait retrouver les formules de M. Volterra relatives aux ondes cylindriques en traitant ces dernières comme leur nom l'indique, c'est-à-dire comme des ondes qui se propagent dans un espace à trois dimensions, mais qui sont dues à un ébranlement distribué cylindriquement.

En opérant ainsi pour une équation à $n = 2n_1$ variables, on arrive à un

résultat entièrement différent de ce que présentent soit le cas elliptique, soit le cas de n impair, mais que le cas de $n = 2$ (méthode de Riemann) aurait pu faire prévoir.

La solution obtenue ne fait intervenir aucune fonction présentant une singularité.

Si

$$v = V\Gamma^{-\frac{n-2}{2}} + V_1 \log\Gamma$$

est la solution fondamentale, ce sont les fonctions *holomorphes* V, V_1 qui figurent dans l'expression de la fonction inconnue.

La seconde de ces deux fonctions, le coefficient du terme $\log\Gamma$, est celle qui intervient dans l'intégrale étendue à l'*intérieur* du conoïde de caractéristique. Au contraire, le coefficient V du terme méromorphe s'introduit dans l'intégrale prise sur ce conoïde lui-même.

Il résulte de là que *les équations pour lesquelles le principe d'Huygens a lieu ne sont autres que celles dont la solution fondamentale ne contient pas de partie logarithmique*.

MÉCANIQUE. — *Sur la déviation des graves.* Note de M. **Maurice Fouché**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note présentée à la dernière séance, M. de Sparre m'accuse de fautes que je n'ai pas commises et m'oblige ainsi à demander à l'Académie la permission de revenir sur la question.

Les différences entre les résultats de M. de Sparre et les miens ne tiennent à aucune erreur, ni de sa part, ni de la mienne, mais seulement à ce que nous n'avons pas traité le même problème. J'ai calculé la déviation au sud de la verticale du point de départ sans faire aucune hypothèse sur la forme de la Terre, et en admettant seulement que la surface terrestre est une surface de niveau sur laquelle la pesanteur est répartie suivant la formule de Clairaut. M. de Sparre calcule ce que serait cette déviation si la Terre était sphérique, c'est-à-dire si la direction de l'attraction passait par le centre de la Terre. Dans cette hypothèse, la surface de la Terre cesse d'être une surface de niveau, et les lignes de force du champ de la pesanteur tournent leur concavité vers le nord, tandis que dans le champ réel, elles la tournent vers le sud. De là vient qu'il trouve une déviation vers le nord que je ne pouvais pas rencontrer. De plus, la courbure des lignes de forces

n'est plus la même à l'intérieur et à l'extérieur de la Terre, ce qui entraîne des résultats différents, suivant que le mobile est abandonné du haut d'une tour ou à l'ouverture d'un puits.

M. de Sparre partage comme moi la déviation en deux parties, mais celle qu'il appelle *déviation de rotation* est calculée en supposant l'*attraction* constante, tandis que celle que j'ai attribuée à la force centrifuge composée a été calculée en supposant la *pesanteur* constante. De là vient la différence des coefficients $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{8}$ qui représente l'effet de la variation de la force centrifuge pendant la durée de la chute, effet dont M. de Sparre devait tenir compte, mais dont je n'avais pas à m'inquiéter, puisque je supposais constante la résultante de l'attraction et de la force centrifuge.

Enfin M. de Sparre me reproche de n'avoir pas tenu compte de l'angle de l'attraction et de la verticale. Je n'avais pas à en tenir compte, puisque l'attraction ne figure pas dans mon raisonnement. J'ai calculé l'effet du changement de direction de la pesanteur, et cela suffit.

PHYSIQUE. — *Épaisseur des lames transparentes de fer*. Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. Mascart.

On peut obtenir aisément des pellicules métalliques très minces au moyen des projections cathodiques (ionoplastie), mais on rencontre des difficultés sérieuses dans la mesure de leur épaisseur.

J'ai montré [1] comment le procédé d'ioduration indiqué par Fizeau pour l'argent est également applicable aux lames minces de cuivre. Mais il ne réussit pas avec le fer; d'autre part, la transformation en oxyde, qui se fait aisément pour ce dernier métal et donne des colorations très nettes, ne permet pas de faire des mesures, l'oxyde formé ayant des compositions variables suivant les cas.

J'ai recouru alors à l'emploi d'une méthode qui paraît devoir être générale, fondée sur les substitutions chimiques; une pellicule de cuivre, par exemple, peut être aisément transformée en argent par immersion dans le cyanure d'argent ou dans l'azotate d'argent ammoniacal, et l'épaisseur de l'argent peut être mesurée par les anneaux d'iodure. Mais l'application de la méthode de Fizeau au cuivre et à l'argent prouve que les poids des métaux qui se substituent l'un à l'autre n'ont pas de rapport avec les équivalents

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 626.

de substitution et ne sont même pas en rapport fixe. Toute méthode de mesure fondée sur ces réactions serait donc mauvaise. D'ailleurs, en ce qui concerne le fer déposé par ionoplastie, ces substitutions elles-mêmes sont fort difficiles; le fer ionoplastique est, en effet, fort peu altérable, ce qui paraît tenir à l'absence d'éléments étrangers; les acides ne le dissolvent que lentement; il ne s'oxyde pas à la température ordinaire, même dans l'air humide; plongé dans une solution de sulfate de cuivre, il ne subit aucune altération, mais, si on le touche avec du fer ordinaire, sa transformation en cuivre se produit peu à peu autour du point de contact.

Les divers essais que je viens de rapporter, et d'autres encore, m'ont amené à conclure que la méthode d'analyse chimique colorimétrique était seule applicable au fer. La lamelle ferrée est dissoute dans l'eau régale et dosée colorimétriquement par comparaison avec une liqueur titrée de fer, en prenant comme réactif colorimétrique le sulfocyanure de potassium; la méthode, employée avec les précautions d'usage, est sensible au centième de milligramme.

Ce procédé a l'inconvénient de détruire la lamelle de fer; aussi ai-je cru nécessaire de le combiner avec la comparaison photométrique des transparences, comparaison possible avec la lumière blanche parce que le fer, quand il ne contient pas d'oxyde, est gris, c'est-à-dire absorbe également toutes les radiations visibles; j'ai pu ainsi constituer un procédé de mesure qui, tout en respectant la pellicule à étudier, permet de déterminer immédiatement son épaisseur :

Deux lampes à incandescence, montées sur une même batterie d'accumulateurs, sont placées de part et d'autre d'un photomètre Lummer et Brodhun; les rayons de l'une d'elles sont concentrés par une lentille sur le trou d'un diaphragme contre lequel on peut placer la lamelle à étudier, puis repris par une seconde lentille et ramenés sur l'écran dépoli du photomètre de manière à y produire un éclairement intense et uniforme. La seconde lampe se déplace sur un banc d'optique et l'on mesure ses distances d et d' au photomètre, correspondant à l'équilibre photométrique, la lame ferrée étant placée contre le diaphragme, puis enlevée. La *transparence brute*, ainsi mesurée, est $T = \frac{d'^2}{d^2}$. Elle dépend du pouvoir réflecteur, mais on peut l'obtenir très rapidement, et c'est le point essentiel. L'emploi d'un diaphragme dont le trou a un diamètre de 1^{cm} permet d'ailleurs d'étudier la transparence région par région.

En procédant ainsi sur des lames choisies parmi les plus uniformes, et dont la teneur en fer a été déterminée ensuite par la colorimétrie, j'ai pu

réaliser la Table de graduation suivante (on a pris 7,8 pour le poids spécifique du fer) :

Poids de fer en milligrammes par centimètre carré.	Épaisseur du fer ε en μμ.	Transparence T.	— log T.	$-\frac{\varepsilon}{\log T}$.
0,024	31	0,114	0,9431	33
0,0265	34	0,095	1,0223	33
0,043	55	0,036	1,4437	38
0,056	72	0,0093	2,0315	35

Les courbes qui représentent la relation entre ε et T sont plus régulières qu'on n'aurait pu s'y attendre. En particulier, celle qui relie ε et log T est très sensiblement une droite passant par l'origine ($T=1$ pour $\varepsilon=0$). L'emploi de cette courbe fournit donc un procédé immédiat pour déterminer les épaisseurs des pellicules de fer. L'incertitude qui pèse sur les déterminations ainsi obtenues est probablement de l'ordre de 25 pour 100.

PHYSIQUE. — *Enregistreur à écoulement liquide de l'ionisation atmosphérique.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

I. Depuis la découverte des phénomènes d'ionisation de l'atmosphère, Elster et Geitel ont montré leur importance pour l'interprétation de l'électricité atmosphérique; j'ai moi-même indiqué (¹) qu'ils semblent éclaircir sur divers points les questions soulevées par les aurores boréales et les variations du magnétisme terrestre. L'importance de ces phénomènes au point de vue de la Physique du Globe se dessine de plus en plus, et la nécessité se fait sentir de les enregistrer d'une manière continue dans les observatoires, au même titre que les variations des champs magnétique et électrique de la Terre.

Malheureusement les méthodes habituelles, celles d'Ebert comme celles d'Elster et Geitel, ne se prêtent aucunement à un enregistrement continu et il a fallu chercher autre chose.

J'ai proposé en juin 1904 (²) une première solution du problème de l'enregistrement. Elle consiste, en principe, à équilibrer la charge progres-

(¹) *Annales de l'Observatoire de Nice*, t. IX.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1418, et même Volume, p. 1596.

sive fournie par les ions de l'air à un système isolé électrode-électromètre, au moyen d'un faible courant de décharge de ce système, obtenu en reliant celui-ci au sol par l'intermédiaire d'une résistance élevée. Les positions d'équilibre successives du potentiel indiquées par l'électromètre sont alors proportionnelles au degré d'ionisation de l'air et peuvent être enregistrées. Mais les résistances élevées nécessaires dans ce dispositif (10^{12} ohms environ) exigent l'emploi d'un thermostat très sensible, par suite de leur coefficient de température considérable, ce qui complique passablement l'appareil ([1]).

Depuis, M. Langevin ([2]) a décrit un autre dispositif d'enregistrement, fort ingénieux, qui évite l'usage d'une résistance. Mais, en revanche, il nécessite l'emploi d'un mouvement d'horlogerie et de mécanismes assez compliqués; de plus, par suite de la nécessité d'une remise au zéro périodique, l'enregistrement n'est pas continu, mais par points, et l'on n'a pas d'indication sur les variations possibles de l'ionisation pendant les intervalles fréquents où le mécanisme est en marche.

II. Ces inconvénients sont, semble-t-il, évités dans la méthode suivante que j'ai réalisée à l'Observatoire de Paris : elle consiste, en principe, à remplacer le courant ohmique de décharge de ma première méthode par un courant de convection, ce qui élimine l'emploi de la résistance; de plus, elle ne comporte ni mouvement d'horlogerie, ni mécanisme d'aucune sorte et fournit un enregistrement absolument ininterrompu.

Voici comment ce résultat est obtenu : l'air ionisé passe entre les armatures A et B d'un condensateur cylindrique (dont l'armature externe A est reliée à une pile de charge P_1), et fournit à l'armature interne B une quantité d'électricité Q par seconde pour un débit donné du courant gazeux, Q étant proportionnel au nombre des ions par unité de volume du gaz. L'armature B est reliée à l'une des paires de quadrants de l'électromètre E (du type Curie amorti) dont l'autre paire est au sol, l'aiguille étant chargée. B communique également avec le récipient métallique isolé M, contenant un liquide conducteur, de l'eau par exemple; ce récipient constitue un vase de Mariotte et fournit, par un orifice capillaire placé à sa partie inférieure, un écoulement régulier de n gouttes par seconde, r étant le rayon de ces gouttes. Celles-ci tombent dans un récipient métallique R relié au sol, et, comme chacune d'elles emporte une charge égale à rV (V étant à ce moment le potentiel du système BM), il s'ensuit que l'écoulement liquide enlève chaque seconde, à BM, une charge égale à nrV.

Soit C la capacité du système BM. En exprimant que l'augmentation de charge de ce

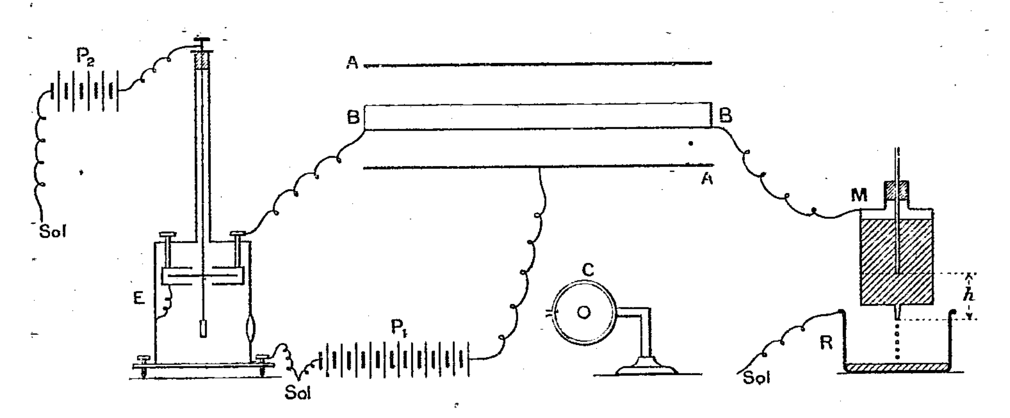
([1]) J'ai utilisé l'ingénieux thermostat, sensible au $\frac{1}{100}$ de degré, qui a été imaginé par M. Marie; il m'a été obligeamment prêté par son auteur.

([2]) *Comptes rendus*, ce Volume, p. 305.

système est égale à la charge fournie par le gaz ionisé, diminuée de celle qu'emporte l'écoulement liquide, on a l'équation

$$C\,dV = Q\,dt - nrV\,dt.$$

Dans la pratique et conformément au calcul, l'équilibre s'établit au bout d'un temps



très court entre la charge Q apportée par les ions et le courant de décharge nrV par unité de temps, de sorte que

$$V = \frac{Q}{nr}.$$

Les déviations de l'électromètre sont donc sans cesse proportionnelles au nombre des ions par unité de volume du gaz. — Elles sont photographiées sur un cylindre enregistreur C à fente horizontale, au moyen d'un pinceau lumineux réfléchi sur le miroir de l'électromètre.

III. La sensibilité de la méthode est d'autant plus grande avec un électromètre donné que V est plus grand pour une valeur donnée de Q; dans les conditions ordinaires Q est de l'ordre de 10^{-13} coulomb avec l'air atmosphérique passant dans un appareil de dimensions moyennes. On apprécie d'ailleurs facilement le demi-millimètre sur le cylindre enregistreur. Avec un électromètre donnant une déviation de 500^{mm} pour 1 volt sur le cylindre, il faudra donc, pour pouvoir apprécier facilement toutes les variations supérieures ou égales à $\frac{1}{100}$Q, prendre $V = \frac{1}{10}$ de volt, c'est-à-dire, comme le montre la formule ci-dessus,

$$nr = 9^{mm},$$

ce qui correspond par exemple à un écoulement de quatre gouttes et demie de 2^{mm} de rayon par seconde, écoulement facilement réalisé avec le récipient M. Il suffit d'ailleurs, pour régler l'appareil et modifier sa sensibilité,

de soulever ou d'enfoncer le tube qui passe dans le bouchon de M; on modifie par là même à volonté la vitesse d'écoulement, c'est-à-dire la valeur de *nr*.

La seule précaution à prendre pour que l'écoulement soit bien constant est de placer le vase M dans un endroit où les variations de température ne dépassent pas une dizaine de degrés. Dans ces limites, et par suite de la petitesse du coefficient thermométrique de la viscosité de l'eau, l'influence des variations de température sur la vitesse de l'écoulement reste négligeable.

Les expériences concernant cet appareil ont été faites avec le concours de M. René Decorse à qui j'adresse ici mes bien vifs remercîments.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action d'un champ électrostatique tournant de fréquence élevée.* Note de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **P. Denso**, présentée par M. Lippmann.

L'appareil se composait de quatre armatures métalliques disposées à angle droit et noyées dans la paraffine.

Au moyen d'un dispositif qui a fait l'objet d'une précédente étude, on produisait entre ces quatre armatures un champ électrostatique tournant dont la forme circulaire pouvait être minutieusement vérifiée à l'aide d'un appareil construit à cet effet (voir *Éclairage électrique*, 7 mai 1904).

La chaleur dégagée dans la paraffine était mesurée par un couple thermo-électrique fer–constantan, dont l'une des soudures était placée au centre du champ tournant, tandis que l'autre soudure était disposée semblablement dans un appareil identique, mais dont les quatre armatures étaient isolées.

On pouvait ainsi faire agir le champ tournant dans l'un ou l'autre appareil et observer le déplacement correspondant du galvanomètre pour diverses tensions et diverses fréquences. Cette étude a conduit aux résultats suivants :

1° Pour une même fréquence l'énergie dégagée sous forme de chaleur est proportionnelle au carré de la tension; comme cela a été observé d'ailleurs par plusieurs expérimentateurs avec les champs alternatifs lents. Les limites de fréquence entre lesquelles cette relation se trouve vérifiée sont comprises entre 400 et 1200 périodes à la seconde.

2° Pour une même tension, la puissance consommée sous forme de chaleur est proportionnelle à la fréquence;

3° Le rapport entre la puissance consommée dans le champ tournant à celle consommée dans le champ alternatif (à tension et fréquence égales)

nous a fourni la valeur provisoire de 2,56. Toutefois, les expériences effectuées dans le but de déterminer ce rapport sont encore trop peu nombreuses; aussi le chiffre précédent n'est-il donné que sous toutes réserves.

En résumé, l'ensemble de cette étude complète, pour les fréquences élevées et pour le champ tournant, l'étude de l'hystérésis diélectrique de la paraffine. Les résultats qui en découlent permettent la discussion de quelques-unes des formules proposées pour représenter l'hystérésis diélectrique en fonction de la fréquence et de l'intensité du champ alternatif.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle réaction des aldéhydes et l'isomérie de leurs oxydes.* Note de M. **A. Conduché**, présentée par M. H. Moissan.

Les composés de formule générale $R - NH^2$ (ammoniaque, hydroxylamine, aniline, phénylhydrazine, etc.) donnent, avec les aldéhydes, des produits de condensation intéressants. On sait le parti que l'on a tiré de la semicarbazide ou aminourée pour caractériser les aldéhydes. Sur les conseils de M. L.-J. Simon, je me suis proposé de voir comment se comporte l'oxyurée dans les mêmes conditions. Ce sont les premiers résultats que j'ai obtenus dans cette direction que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

Quand on ajoute de l'aldéhyde benzylique à une solution aqueuse étendue de chlorhydrate d'hydroxylamine et de cyanate de potassium en proportion équimoléculaire, il se produit, au bout de quelques heures, un abondant dépôt cristallin. Purifié par cristallisation, le corps ainsi obtenu se présente en longues aiguilles blanches, assez solubles dans les dissolvants chauds, beaucoup moins à froid, fondant à 125°.

Cette réaction n'est pas particulière à l'aldéhyde benzylique, je me suis assuré qu'elle appartient aux autres aldéhydes aromatiques et à l'œnanthol. J'ai obtenu ainsi des dérivés des :

Aldéhyde anisique (fusion)	132°
» salicylique (décomposition)	100
» métanitrobenzylique (fusion)	172
Furfurol (fusion)	144
Œnanthol (fusion)	85

Les rendements sont généralement avantageux.

Par contre, aucun des dérivés cétoniques que j'ai examinés jusqu'ici n'a paru se prêter à cette réaction.

Ces dérivés ne présentent plus les propriétés caractéristiques des aldéhydes et de l'oxyurée. Le groupement fonctionnel aldéhydique et l'hydroxyle de l'oxyurée ont donc dû être intéressés dans le processus de la condensation. Ces observations, jointes aux données analytiques et cryoscopiques, conduisent à représenter la réaction par l'équation

$$C^6N^5.CHO + CO\begin{cases}NH \\ NH.OH\end{cases} = H^2O + C^6N^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH - N}.CO.NH^2.$$

Le mélange d'un sel d'hydroxylamine et de cyanate renferme de l'oxyurée, mais sous deux formes isomériques : l'une découverte par Dresler et Stein (*Ann. der Ch.*, 1869, p. 150-242), l'autre par Francesconi et Parozzani (*Gazz. ch. ital.*, 1901, p. 31; t. II, p. 324). Il était intéressant de savoir si les deux modifications étaient capables d'intervenir. L'expérience directe m'a montré que la variété de Francesconi et Parrozzani donne le dérivé qui fait l'objet de cette Note, et qu'elle seule le donne. Cette réaction permet ainsi de différencier nettement ces deux variétés.

Action des réducteurs. — L'amalgame d'aluminium réduit en donnant l'urée substituée, dans le cas particulier du dérivé benzylique, la benzylurée :

$$C^6H^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH - N}.CO.NH^2 + 4H = H^2O + C^6H^5.CH^2.NH.CO.NH^2.$$

Action des acides. — Les acides faibles n'agissent pas. L'acide acétique, par exemple, est un bon dissolvant cryoscopique. Au contraire, les acides forts produisent une profonde destruction.

L'acide chlorhydrique concentré détruit immédiatement avec effervescence en donnant l'aldéhyde génératrice et du chlorure d'ammonium. L'acide étendu au bain-marie provoque un dédoublement plus régulier. *On a ainsi le moyen de régénérer à l'état de pureté l'aldéhyde de la combinaison dans laquelle on l'a engagée.*

En solution alcoolique les choses ne se passent pas de même et l'on recueille surtout de la benzamide à l'état de chlorhydrate.

$$C^6H^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH —— N}.CO.NH^2 + H^2O + 2HCl$$
$$= CO^2 + NH^4Cl + C^6H^5C\begin{cases}OH \\ NH, HCl\end{cases}$$

Action de la potasse. — La potasse étendue aqueuse ou alcoolique dédouble le composé lentement en benzaldoxime d'une part et d'autre part en cyanate qu'on recueille pur ou souillé de ses produits de décomposition suivant que l'on opère en solution alcoolique ou aqueuse

$$C^6H^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH-\!\!-\!\!-N}.CO.NH^2 + KOH$$
$$= C^6H^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH-\!\!-\!\!-NH} + CO - NK + H^2O.$$

Cette benzaldoxime est la β-benzaldoxime.

Inversement l'action du cyanate sur la β-benzaldoxime à l'état de chlorhydrate fournit le dérivé primitif, alors que l'α-benzaldoxime et le cyanate neutralisé par l'acide chlorhydrique n'ont rien donné d'analogue.

Ces deux réactions analytique et synthétique distinguent donc très nettement l'une de l'autre les deux benzaldoximes isomères. On sait que la nature de leur isomérie est encore controversée. Pour les uns elles correspondraient aux deux modifications stéréoisomériques du schéma

$$R - CH = N(OH).$$

Pour les autres, l'isomérie serait structurale et la modification serait représentée par la formule $C^6H^5.\underset{\diagdown O \diagup}{CH-\!\!-\!\!-NH}$.

Les faits que j'ai signalés, difficiles à interpréter dans l'hypothèse stéréochimique, me paraissent au contraire s'expliquer très heureusement avec l'autre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide cyanhydrique sur l'épiéthyline.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

En faisant agir l'épiéthyline $\overset{\diagup O \diagdown}{CH^2-CH} - CH^2OC^2H^5$ sur l'acide cyanhydrique j'ai obtenu le nitrile $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CN$, ce qui m'a permis de préparer ensuite quelques dérivés de ce composé.

L'épiéthyline a été découverte par Reboul, qui traitait la chloroéthyline de la glycérine par la potasse; j'ai obtenu cet oxyde, avec un rendement quelque peu meilleur, en partant de la bromoéthyline. Celle-ci résulte de l'action du bromure phosphoreux

sur la monoéthyline de la glycérine; c'est un liquide bouillant à 197° sous 760^{mm} et qui réagit facilement sur la potasse ordinaire en donnant l'épiéthyline. Ce dernier composé fixe l'acide prussique lorsqu'on abandonne le mélange des deux corps, soit un mois à la température de l'été, soit 50 heures à 70° en matras de Wurtz. Le rendement en nitrile est d'environ 70 pour 100 du rendement théorique.

On arrive d'ailleurs à ce même nitrile en traitant la bromoéthyline précédente par le cyanure de potassium dissous dans l'eau, l'action est vive mais assez complexe et l'isolement du nitrile offre des difficultés.

Le nitrile $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CN$ est un liquide incolore, soluble dans l'eau et bouillant à 243°-245° sous 760^{mm}. Poids moléculaire cryoscopique : 137.

La saponification de ce composé par l'acide chlorhydrique en présence d'alcool aqueux fournit l'éther-sel $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CO^2C^2H^5$, liquide bouillant à 120°-121° sous 13^{mm} et soluble dans l'eau, dont on peut le séparer par addition de carbonate de potassium. Poids moléculaire cryoscopique : 176.

L'acide $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CO^2H$, ou du moins son sel de potassium, s'obtient en dissolvant l'éther-sel correspondant dans l'alcool, ajoutant la quantité théorique de potasse, puis évaporant dans le vide sec; les cristaux obtenus sont dissous dans l'alcool absolu qu'on évapore à nouveau dans le vide sec. Le sel est en effet très déliquescent.

L'acide, mis en liberté par l'acide chlorhydrique en quantité dosée, est un sirop qui n'a pas cristallisé dans le vide sec; il est soluble dans l'éther. Lorsqu'on veut le distiller, il perd 1^{mol} d'eau en donnant naissance à un acide non saturé.

Le nitrile $CH^2OC^2H^5 - CHCl - CH^2 - CN$ résulte de l'action du pentachlorure de phosphore sur le nitrile hydroxylé décrit ci-dessus. Il bout à 105° sous 19^{mm} et perd assez facilement de l'acide chlorhydrique.

Si on le dissout dans l'acide chlorhydrique fumant, saturé à 0°, puis que l'on ajoute, quelques heures après, du carbonate de sodium, on obtient un précipité cristallisé qu'on essore et redissout dans l'éther bouillant. Par refroidissement il se dépose une amide fondant à 64° et répondant à la formule $CH^2OC^2H^5 - CHCl - CH^2 - CONH^2$.

La saponification de cette amide s'effectue en la maintenant quelques heures à 100° en dissolution dans de l'eau où l'on fait passer un courant d'acide chlorhydrique; on arrive ainsi à l'acide

$$CH^2OC^2H^5 - CHCl - CH^2 - CO^2H,$$

liquide bouillant à 144°-145° sous 14^{mm} et fondant à + 2°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la non-existence de deux dioximidobutyrates d'éthyle stéréoisomères.* Note de MM. **L. Bouveault** et **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

La curieuse isomérie constatée par Victor Meyer et Auwers dans le cas des trois benzile-dioximes a été expliquée par MM. Hantzsch et Werner, au moyen de l'hypothèse d'une stéréoisomérie spéciale due à l'azote. Il en résulte que ces trois dioximes se distinguent entre elles par une orientation différente, dans l'espace, des deux groupements hydroxyles.

Cette isomérie particulière, bien établie chez les oximes des composés aromatiques, n'a encore été signalée dans la série grasse que dans un petit nombre de cas. En particulier, le dioximidobutyrate d'éthyle existe d'après M. Nussberger (*D. chem. Gesellsch.*, t. XXV, p. 2152) sous deux modifications bien définies qui constituent, d'après lui, deux des quatre dioximes que la théorie de Hantzsch et Werner permet de prévoir.

En faisant l'étude des éthers dicétobutyriques, dont nous avons donné l'an dernier (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1221) une méthode de préparation fort commode, nous avons été amenés à nous occuper de la dioxime du dicétobutyrate d'éthyle et nous sommes arrivés à des résultats entièrement différents de ceux de Nussberger.

Le *dioximidobutyrate d'éthyle* α-β s'obtient en traitant nne solution aqueuse de dicétobutyrate par 2^{mol} de chlorhydrate d'hydroxylamine également dissous dans l'eau. Au bout de quelques heures, il se forme de gros cristaux transparents qui, recristallisés dans un mélange d'éther anhydre et d'éther de pétrole, fondent à 160°-162° (projetés sur le mercure) en donnant un liquide rouge qui se décompose.

Ces cristaux présentent bien à l'analyse la composition de la dioxime $C^6H^{10}N^2O^4$ formée d'après

$$\begin{aligned} &CH^3-CO-CO-COOC^2H^5+2(NH^2OH,HCl)\\ &=2HCl+2H^2O+CH^3-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5. \end{aligned}$$

Or le composé déjà décrit sous le nom de *dioximidobutyrate d'éthyle* par MM. Cérésole et Kœckert (*D. chem. Gesell.*, t. XVII, p. 819) fond à 140° et les deux isomères de Nussberger fondent à 132° et à 142°.

Il importait au plus haut point de comparer notre produit à ceux de ces auteurs, afin de vérifier s'il ne constituait pas un troisième isomère; c'est ce

qui nous a conduits à reprendre le travail de Cérésole et Kœckert et plus spécialement celui de Nussberger.

Il ont obtenu le dioximidobutyrate d'éthyle en traitant l'isonitrosoacétylacétate d'éthyle par le chlorhydrate d'hydroxylamine :

$$CH^3-CO-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-COOC^2H^5+\underset{HCl}{NH^2OH}=H^2O+CH^3-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5+HCl.$$

Il se forme en même temps de la nitrosométhylisoxazolone provenant de l'anhydrisation de la dioxime :

$$CH^3-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5=C^2H^5OH+\begin{array}{l}CH^3-C-C=NOH\\ \quad\;\;\; \| \quad |\\ \quad\;\;\; N \quad CO\\ \quad\quad\; \diagdown O \diagup\end{array}$$

Cette anhydrisation s'opère sous l'influence de l'acide chlorhydrique ainsi que nous nous en sommes assurés par une expérience directe. La séparation de ces deux produits de la réaction est singulièrement facilitée si l'on a soin de partir d'isonitroso-acétylacétate d'éthyle cristallisé, parfaitement pur, au lieu d'employer comme les auteurs précédents une matière première impure.

Il suffit en effet d'ajouter un léger excès de chlorhydrate d'hydroxylamine dissous dans l'eau à de l'éther isonitrosoacétylacétique solide pour voir celui-ci se liquéfier puis redevenir solide à nouveau. Après une recristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole le produit est pur et fond à 162°. C'est le dioximidobutyrate d'éthyle identique à celui que nous avions obtenu en partant du dicétobutyrate d'éthyle. Si l'on neutralise le chlorhydrate d'hydroxylamine par le carbonate de sodium le rendement (50 pour 100) ne change pas sensiblement et le produit obtenu est identique.

Les eaux mères extraites de l'éther fournissent l'*isonitroso-méthylisoxazolone* qui, recristallisée dans un mélange d'acide acétique et de benzine, fond à 159°. Sa composition analytique est donnée par la formule $C^4H^4N^2O^3$; d'après M. Nussberger ce produit renferme $\frac{1}{2}$ molécule d'eau et fond à 130°.

Guidé par les idées théoriques de M. Hantzsch, M. Nussberger attribue à l'éther dioximidobutyrique ainsi obtenu la constitution d'un dérivé *syn* qui, d'après lui, subit, sous l'influence de l'acide chlorhydrique sec, une transposition qui le transforme en dérivé *amphi* fondant à 132° :

$$\underset{\text{syn.}}{CH^3-\underset{\underset{N-OH}{\|}}{C}-\underset{\underset{HON}{\|}}{C}-COOC^2H^5} \rightarrow \underset{\text{amphi.}}{CH^3-\underset{\underset{N-OH}{\|}}{C}-\underset{\underset{N-OH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5}$$

En réalité l'éther dioximidobutyrique fondant à 162°, dissous dans l'éther anhydre et traité par HCl sec, subit une anhydrisation partielle et donne un mélange d'oximi-

dométhylisoxazolone et de dioxime inaltérée. Ce mélange est facile à séparer; le produit, bien desséché dans le vide sur la chaux (pour enlever toute trace d'acide chlorhydrique), est repris par l'eau qui dissout l'isoxazolone et laisse la dioxime inaltérée fondant à 162°.

D'après M. Nussberger, les deux isomères se comportent très différemment vis-à-vis de l'anhydride acétique, le dérivé *syn* donnant un diacétate fondant à 50°, et le dérivé *amphi* un diacétate isomère fondant à 119°-120°. Ce dernier résulte aussi de l'action du chlorure d'acétyle sur le dérivé *syn*.

Notre éther dioximidobutyrique, traité par l'anhydride acétique, donne effectivement un diacétate fondant à 53°-54°, mais traité par le chlorure d'acétyle dans les conditions les plus diverses il nous a fourni toujours un *monoacétate* fondant à 149°, présentant au point de fusion près toutes les propriétés du corps décrit par Nussberger sous le nom de *diacétate amphi*. Ce monoacétate traité à son tour par l'anhydride acétique à chaud se transforme intégralement en diacétate fondant à 53°-54°.

La raison pour laquelle le chlorure d'acétyle même bouillant ne fournit qu'un monoacétate, c'est que la température n'est pas assez élevée; le diacétate ne s'obtient qu'avec l'anhydride acétique au bain-marie; à froid, il ne se fait que le monoacétate.

Il résulte de ces faits qu'on ne connaît jusqu'ici qu'un seul dioximidobutyrate d'éthyle, lequel fond à 162°, et que l'existence des deux stéréoisomères de Hantzsch et Nussberger repose uniquement sur des erreurs à la fois analytiques et expérimentales.

CHIMIE. — *Sur la transformation de l'amylocellulose en amidon.* Note de M. **Eugène Roux**, présentée par M. Maquenne.

L'amylocellulose est la partie de l'amidon qui résiste à la saccharification par le malt. M. Maquenne [1] a montré qu'elle se produit en quantité considérable par rétrogradation de l'empois et qu'elle est constituée par un mélange de produits qui représentent la matière amylacée à ses divers degrés de condensation.

Il nous a paru intéressant de rechercher dans quelles circonstances la réversion de l'amylocellulose, insensible, ainsi que l'a reconnu M. Maquenne, entre les limites de température compatibles avec la saccharifica-

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. II, p. 109.

tion diastasique, mais rendue probable par ce fait que sa formation dans l'empois est limitée, peut devenir apparente. Nous avons reconnu qu'elle se produit sous l'action de l'eau à 150°-155°, et nous avons pu ainsi reproduire avec l'amylocellulose de véritables amidons artificiels, identiques, pour la plupart, à ceux que la fécule naturelle fournit dans les mêmes conditions.

L'amylocellulose qui nous a servi a été extraite par saccharification d'empois de fécule rétrogradés à basse température; pour en séparer les parties les plus attaquables on l'a, à deux reprises différentes, traitée par l'eau pure à 120°, puis par l'extrait de malt à 56°. Le produit, essoré sur plâtre et séché dans le vide, présente alors l'aspect d'une masse cornée, très dure, renfermant 1,6 pour 100 de cendres siliceuses et un peu de matières azotées. Il n'est pas sensiblement attaqué par l'eau à 125°, mais, vers 155°, on le voit se désagréger rapidement et finir par se dissoudre d'une manière complète.

I. *Reproduction des gelées d'amidon.* — On la réalise en chauffant pendant 10 minutes, à 155°, 5^{g} d'amylocellulose avec 60$^{cm^3}$ d'eau; il se forme une liqueur visqueuse, opalescente, ayant l'aspect d'un empois fortement chauffé, qui se prend aussitôt, par refroidissement, en une gelée opaque et consistante, bleuissant fortement par l'iode et ressemblant à un empois de fécule rétrogradé. Le même résultat peut être obtenu, mais en un temps beaucoup plus long, en chauffant à 140° seulement.

II. *Reproduction de l'amidon en grains.* — On l'effectue en prolongeant la chauffe pendant un temps qui ne doit pas dépasser 3 heures; la liqueur s'éclaircit et, après 1 heure, devient suffisamment fluide pour pouvoir être filtrée. Dès lors elle ne donne plus de gelée par refroidissement, mais un précipité formé de grains sphériques, dépassant souvent la grosseur des grains d'amidon de riz, et parfois groupés comme ces derniers, ce qui leur donne alors une apparence polyédrique. Ces grains, qui se colorent en bleu par l'iode, se forment d'autant plus vite et plus abondamment qu'ils résultent d'une chauffe moins prolongée. Ils ressemblent par tous leurs caractères extérieurs aux amidons naturels et, comme ces derniers, ne sont pas saccharifiés par le malt à l'état cru. Leur résistance à l'action de l'eau bouillante va en décroissant; les derniers obtenus sont complètement solubles à 100° et deviennent entièrement saccharifiables : les autres ne le sont que partiellement.

L'empois de fécule à 5 pour 100 est susceptible de fournir des produits semblables : il suffit de le chauffer pendant 30 à 40 minutes à 155° pour qu'il devienne filtrable et qu'il précipite de l'amidon en grains, soluble à 100°.

III. *Reproduction de l'amylodextrine.* — Lorsqu'on dépasse 3 heures de chauffe, la liqueur devenue brune laisse déposer un précipité qui n'est plus un amidon véritable, mais de l'amylodextrine, paraissant identique à celle de Naegeli. Ce produit est formé de petits grains qui ne se colorent plus qu'en jaune par l'iode et sont très solubles dans l'eau chaude.

On obtient aussi de l'amylodextrine en chauffant la fécule dans les mêmes conditions pendant 50 minutes : le rendement est alors très inférieur à celui que fournit l'amylocellulose.

Enfin, après 3 heures et demie de chauffe, les liqueurs cessent de précipiter : elles ne renferment plus qu'un mélange de dextrines et de glucose, qui a été caractérisé par son osazone.

Conclusions : 1° La rétrogradation de l'empois de fécule est un phénomène réversible entre 0° et 150°. A cette dernière température et en présence d'un excès d'eau l'amylocellulose se liquéfie, puis subit une dégradation progressive qui porte vraisemblablement sur tous ses termes à la fois et les ramène à une forme plus simple que l'iode colore en bleu. A l'état dissous les produits de cette désagrégation, tant qu'elle n'est pas trop profonde, sont susceptibles de rétrograder à nouveau et de reproduire ainsi l'amylocellulose dont ils dérivent. Les termes ultimes de cette hydrolyse, pour lesquels la réversibilité ne s'observe plus, sont l'amylodextrine, la dextrine amorphe et finalement le glucose ordinaire.

2° Par dégradation incomplète de l'amylocellulose on produit de véritables amidons artificiels, présentant l'aspect microscopique des amidons naturels, qui bleuissent comme ceux-ci par l'iode et ne s'en distinguent que parce qu'ils ne donnent pas de gelée au contact de l'eau bouillante et se dissolvent sans résidu dans les alcalis.

Ces amidons artificiels, différemment solubles ou saccharifiables suivant leur mode de préparation, doivent eux-mêmes être considérés comme des mélanges complexes, renfermant encore de l'amylocellulose.

3° Les amidons artificiels dérivés de l'amylocellulose sont identiques à ceux que donne plus rapidement la fécule ordinaire, dans les mêmes conditions de température.

L'amylocellulose, les amidons naturels ou artificiels ne diffèrent donc chimiquement que par l'état de condensation plus ou moins avancé d'un même noyau fondamental.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse d'acides organiques au moyen du courant alternatif.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. H. Moissan.

Outre la réaction commune à tous les acides oxygénés d'après laquelle l'anion agissant sur l'eau régénère l'acide avec mise en liberté d'oxygène,

la plupart des acides organiques donnent lieu à des réactions spéciales, le plus souvent non réversibles, et leurs sels se comportent d'une façon identique.

Nous avons pensé que quelques-uns de ces acides donneraient avec le courant alternatif des résultats intéressants.

Dispositif employé. — L'appareil que nous avons utilisé pour cette série de recherches est constitué par une éprouvette contenant 150^{cm^3} de solution. Deux rubans de platine de $0^{cm},4$ de largeur et 11^{cm} de longueur servent d'électrodes, leur surface utile est de 9^{cm^2}, ce qui correspond pour une intensité de 10 ampères (eff.) à une densité de courant de 1 ampère (moyen) par centimètre carré.

Dans ces conditions, l'échauffement est considérable et, bien que l'appareil soit placé dans un courant d'eau froide, l'électrolyte est rapidement porté à 60°-70°. C'est ainsi qu'ont été faites toutes nos expériences; nous indiquons à l'occasion les essais poursuivis avec une plus faible densité de courant.

Le volume gazeux qui se dégage à chaque série d'essais est considérable; nous le donnons à titre d'indication. Le rendement est établi d'après le dosage de l'hydrogène.

Acide formique et formiates. — Sous l'influence du courant continu, ces produits sont décomposés d'après les équations suivantes :

(1) $$HCOOH + 2F = CO^2 + H^2,$$

(2) $$HCOOK + H^2O + 2F = CO^3KH + H^2,$$

(3) $$\begin{matrix} HCOO \\ HCOO \end{matrix}\!\!>\!Ba + H^2O + 4F = CO^3Ba + CO^2 + 2H^2.$$

Ces réactions ont été étudiées par de nombreux auteurs.

Le courant alternatif sinusoïdal, à 42 périodes par seconde, décompose ces mêmes produits dans les conditions que nous mentionnons plus haut avec un rendement élevé.

Comme électrolytes nous avons utilisé une solution renfermant 250^g environ et 10^{cm^3} d'acide sulfurique par litre, du formiate de potassium à 336^g par litre et une solution saturée à froid de formiate de baryum.

Avec l'acide formique, nous avons obtenu comme moyenne d'un certain nombre d'essais environ 60^{cm^3} de mélange gazeux par minute. D'après l'analyse, le rendement en hydrogène calculé d'après la quantité d'électricité est de 55 pour 100 environ et l'oxygène à 9 pour 100. Ce dernier gaz corrrespond à une électrolyse secondaire de l'eau. La destruction du formiate est donc à 46 pour 100 de la quantité prévue par la théorie.

Si l'essai dure un certain temps, les électrodes se dépolissent et le rendement baisse. C'est ainsi que, dans un essai, la quantité de gaz dégagée par minute n'était plus au bout d'une demi-heure que la moitié de ce qu'elle était au début.

Lorsqu'on diminue la densité de courant le rendement baisse rapidement; avec $0^{amp},5$ par centimètre carré il n'est plus que de 10 à 12 pour 100 et, avec $0^{amp},25$ par centimètre carré, de 5 pour 100.

Avec le formiate de potassium, les résultats sont extrêmement variables, les électrodes se recouvrent rapidement d'un léger dépôt de carbone, aussi le rendement baisse-t-il assez vite et faut-il faire de suite les mesures en ayant soin, avant chaque opération, de calciner les électrodes, ce qui leur rend leurs propriétés. Après une trentaine d'essais les rendements étaient du même ordre de grandeur. Le carbone obtenu n'est pas adhérent, il se répand dans le liquide et se dépose ensuite. Le gaz qui se dégage est de l'hydrogène presque pur ne renfermant qu'une très faible quantité d'oxygène et d'acide carbonique.

Le rendement en acide formique détruit, calculé d'après le dégagement d'hydrogène, correspond, pour différentes densités de courant, aux moyennes suivantes :

1 ampère par centimètre carré	......	80 à 90 pour 100	70°-80°
0,5 » »	......	30 à 40 »	50-60
0,25 » »	......	10 à 15 »	15-20

Le formiate de baryum donne par minute environ 65^{cm^3} d'un mélange d'hydrogène et d'acide carbonique, le rendement calculé d'après le premier correspond à 75 pour 100. Le liquide se trouble dès le début et les électrodes se recouvrent rapidement d'un dépôt formé d'un mélange de charbon et de carbonate de baryum.

Avec les formiates, le dégagement d'oxygène est insignifiant; dans tous les cas la formation d'oxyde de carbone est sensiblement nulle.

Acide oxalique. — La solution à 250^g et 10^{cm^3} d'acide sulfurique par litre était versée tiède dans l'éprouvette, la circulation d'eau froide autour de l'appareil n'était établie que pendant le passage du courant. La quantité de gaz recueillie par minute est de 135^{cm^3} environ, la destruction d'acide correspond à 80 pour 100 de la quantité calculée d'après la théorie.

Acide acétique. — La solution à 40 pour 100 additionnée d'acide sulfurique (2 pour 100) ne donne qu'un faible dégagement de gaz formé en majeure partie du mélange tonnant. Les électrodes se dépolissent rapidement et le volume gazeux tombe à zéro. L'essai n'est donc pas intéressant.

En résumé, l'électrolyse des acides formique et oxalique peut être facilement réalisée par le courant alternatif; les résultats sont les mêmes qu'avec le courant continu et les rendements sont très élevés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence du phosphore.* Note de M. E. JUNGFLEISCH.

Depuis plus de deux siècles, des opinions fort diverses ont été émises sur les dégagements lumineux produits par le phosphore exposé à l'air. Toutefois, à la suite des belles recherches de Schröter, de Müller et de M. Joubert, on a admis généralement l'interprétation suivante : « La

phosphorescence est un phénomène de combustion; .... l'oxydation porte exclusivement sur la vapeur de phosphore (M. J. Joubert, *Ann. scient. de l'École norm. sup.*, 2e série, t. III, 1874, p. 219). » Ayant observé, à plusieurs reprises, des faits auxquels la seconde de ces propositions est inapplicable, leur étude longuement poursuivie m'a fourni des indications susceptibles d'apporter quelques modifications aux idées généralement adoptées.

Je crois pouvoir établir : 1° que la vaporisation du phosphore à la température ordinaire porte sur des quantités de matière très faibles, incapables de donner par leur combustion les phénomènes lumineux, relativemement intenses, de la phosphorescence; 2° que le phosphore passe surtout dans les gaz qui l'entourent en formant, au contact de l'oxygène raréfié ou des gaz inertes faiblement chargés d'oxygène, un oxyde de phosphore beaucoup plus volatil que le phosphore; 3° que les phénomènes lumineux de la phosphorescence résultent, presque exclusivement, de la combustion spontanée de la vapeur de cet oxyde de phosphore arrivant au contact de l'oxygène, leurs variations d'intensité dépendant surtout des circonstances dans lesquelles ce contact est effectué.

L'oxyde phosphorescent présente beaucoup des caractères de l'anhydride phosphoreux, P^2O^3; je m'occupe de sa purification et de son analyse.

Je rapporterai ici une seule de mes expériences; elle compare les rôles respectifs joués dans la phosphorescence par les vapeurs de phosphore et par les vapeurs de l'oxyde dont il s'agit.

Un tube ($L = 1^m,70$; $D = 0^m,18$) en verre peu fusible, portant soudé vers son milieu un petit ajutage à robinet, est garni, à l'une de ses extrémités, sur une longueur de $0^m,50$, de tournure de cuivre, et à l'autre extrémité, sur une longueur de $0^m,60$, de fragments de phosphore sec, à surface bien purifiée. La colonne de cuivre étant portée au rouge et la partie médiane du tube, restée libre, étant maintenue au voisinage de 15°, le tube est traversé par un courant de gaz carbonique pur et sec, allant du cuivre au phosphore, et s'échappant dans l'atmosphère par un tube étroit; le gaz arrive donc au phosphore, dépouillé de toute trace d'oxygène. D'autre part, l'installation est telle que le phosphore et l'arrivée du gaz dans l'air peuvent être observés à l'obscurité.

La vitesse d'écoulement n'étant pas trop grande, le gaz inerte se sature de vapeur de phosphore au contact prolongé de cet élément. Le phosphore est alors complètement obscur, même aux points où le gaz entre en contact avec lui. A l'endroit où le jet gazeux, chargé de vapeurs de phosphore, pénètre dans l'air, on observe un dégagement lumineux extrêmement peu intense, si faible que l'œil doit être habitué à l'obscurité pour l'apercevoir : le gaz se montre très faiblement lumineux sur une longueur de $0^m,001$ environ; au delà, l'atmosphère reste obscure et ne se charge pas sensiblement de pro-

duits odorants. Le gaz sortant est cependant saturé de vapeurs de phosphore, car le phénomène lumineux n'augmente pas, si, ralentissant le courant, on prolonge le contact du gaz avec le métalloïde. Le développement de lumière observé traduit la petitesse des quantités de phosphore vaporisées.

D'ailleurs, la tension de vapeur du phosphore à 15° étant mesurée par $1^{mm},02$ d'eau (M. J. Joubert, *loc. cit.*, p. 233) et la densité de vapeur du phosphore étant 4,4, le calcul indique, pour 15° et la pression normale, $0^{g},000535$ comme poids de la vapeur de phosphore qui sature 1^{l} d'air. Des dosages effectués sur le gaz sortant de l'appareil m'ont donné des chiffres analogues.

Un gaz inerte, saturé de vapeur de phosphore aux températures voisines de la normale, en contient donc seulement des poids extrêmement faibles, dont l'oxydation ne produit qu'une phosphorescence presque nulle. Cette conclusion prend un caractère d'évidence lorsque, sans interrompre la marche de l'expérience, on mélange une très faible quantité d'oxygène au gaz arrivant sur le phosphore.

A cet effet, on relie l'ajutage à un flacon rempli d'air et portant une ampoule à robinet garnie d'acide sulfurique pur; le robinet de l'ajutage étant ouvert, si on laisse écouler l'acide dans le flacon, un volume d'air égal à celui de l'acide écoulé est introduit dans l'appareil. Une goutte tombant par seconde et 7^{l} ou 8^{l} de gaz carbonique s'écoulant par heure, la colonne de phosphore devient faiblement lumineuse dans sa première partie, puis le gaz sortant de l'appareil donne lieu à des phénomènes de phosphorescence intenses : le jet gazeux devient fortement lumineux aux points où il pénètre dans l'atmosphère, et la masse gazeuse, plus dense que l'air, tombe et se répand, restant lumineuse pendant que s'effectue son mélange avec l'air. Le gaz, recueilli dans un vase rempli d'un gaz inerte, n'est pas lumineux, mais il le devient fortement lorsqu'on le verse dans l'air. Des dosages ont montré que l'intervention d'une faible quantité d'oxygène augmente considérablement la proportion du phosphore entraîné.

Quand on fait passer le même gaz dans un tube refroidi à — 10°, il se trouve rendu beaucoup moins phosphorescent à l'air; dans le tube s'est condensé l'oxyde phosphorescent chargé d'un peu d'anhydride phosphorique et d'oxyde de phosphore P^4O.

Fait-on passer dans ce tube, détaché de l'appareil et réchauffé vers 15°, un courant de gaz carbonique pur, ce gaz se charge de l'oxyde phosphorescent et devient fortement lumineux au contact de l'air; les phénomènes observés ainsi sont identiques à ceux que donne un courant de gaz carbonique ayant traversé un vase contenant de l'anhydride phosphoreux; celui-ci est, d'autre part, le seul oxyde de phosphore actuellement connu qui soit spontanément combustible à l'air. La matière condensée dans le tube refroidi rend phosphorescent un volume de gaz inerte très considérable; la réaction lumineuse qu'elle fournit est d'une sensibilité singulière.

Les observations recueillies en faisant varier les proportions des gaz et

leurs vitesses d'écoulement fournissent d'autres renseignements sur la phosphorescence du phosphore.

L'intervention d'un composé oxygéné du phosphore, volatil et phosphorescent au contact de l'oxygène, apparaît dans la plupart des expériences anciennes sur la phosphorescence, lorsqu'on les examine au point de vue indiqué ici. On la retrouve dans des expériences récentes, telles que celles relatives à l'air ionisé par le phosphore.

Je ferai connaître d'autres expériences que j'ai effectuées sur le même sujet, dont je poursuis l'étude.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isodimorphisme.* Note de M. FRÉDÉRIC WALLERANT, présentée par M. de Lapparent.

On admettait jusqu'ici que deux corps appartenant à des systèmes cristallins différents ne pouvaient être isomorphes, même si leurs angles avaient des valeurs très voisines; s'ils se mélangeaient pour cristalliser, ils devaient donner naissance à deux séries distinctes de cristaux, appartenant au système du corps qui prédomine dans le mélange. Autrement dit, on admet qu'ils sont isodimorphes, c'est-à-dire que si Ab est la modification biaxe, par exemple, de l'un des corps, Cu la modification uniaxe de l'autre, il existe une modification Au, uniaxe du premier, se mélangeant à Cu et une modification Cb, biaxe du second, se mélangeant à Ab; les modifications Au et Cb n'étant pas stables dans les conditions ordinaires.

Ces conclusions, qui résultaient de l'étude de deux ou trois cas, ne sont pas suffisamment générales : il était, en effet, singulier qu'un mélange ne puisse passer graduellement d'un système à un autre, ce qui revient à dire que dans un mélange les angles peuvent varier sans toutefois passer par la valeur de 90°. En réalité, à côté des séries de mélanges AbCb et AuCu, il doit dans des conditions favorables se produire des séries de mélanges AbCu et AuCb, dans lesquelles les termes deviennent graduellement uniaxes ou biaxes.

Un exemple intéressant est celui des mélanges de l'azotate de potasse, quasiternaire d'apparence orthorhombique et de l'azotate de rubidium rhomboédrique quasicubique. Les axes optiques du premier sont dans le plan h^1 et leur dispersion est assez forte, les axes rouges étant moins écartés que les axes violets. Si l'on ajoute graduellement du $RbNO^3$ dans la dissolution du KNO^3, on voit dans les cristaux obtenus les axes se rapprocher, de sorte que le cristal devient uniaxe pour le rouge; puis les axes

rouges s'écartent dans le plan perpendiculaire, c'est-à-dire dans g^1, et l'uniaxie se produit successivement pour toutes les couleurs; enfin les cristaux redeviennent nettement biaxes, mais tous les axes étant dans g^1. Il est à remarquer en passant que l'élévation de température détermine le même effet que l'augmentation de $RbNO^3$ et fait passer dans g^1 les axes optiques qui, par refroidissement, reviennent dans leur position première. Tous ces cristaux sont négatifs, fortement biréfringents et se présentent avec l'habitus du KNO^3, l'angle *mm* étant légèrement inférieur à 120°. Mais, quand les proportions dans la dissolution deviennent de 10 de $RbNO^3$ pour 6 de KNO^3, les cristaux ne présentent plus que des faces irrégulières, mal venues et, si la proportion de rubidium augmente, on passe brusquement à une série de mélanges tout à fait différents.

Les premiers termes, c'est-à-dire ceux renfermant le moins de rubidium, sont encore biaxes, mais l'angle des axes est notablement plus grand que dans les mélanges précédents, la dispersion est nulle, la biréfringence faible, et surtout ils sont positifs comme le $RbNO^3$. La proportion de celui-ci augmentant, l'angle des axes diminue et les cristaux deviennent finalement uniaxes.

Les modifications des formes cristallines sont particulièrement intéressantes.

Dans les premiers termes, c'est le facies du KNO^3 qui prédomine : on observe les faces *m* faisant un angle un peu inférieur à 120° et les faces g^1; puis, dans les termes suivants, on voit une face g^1 et deux faces *m* prendre un développement prépondérant, tandis que deux faces *m* et une face g^1 diminuent et même disparaissent, de sorte que le cristal a l'aspect d'un prisme triangulaire régulier. D'autre part, l'extrémité ne présente plus que trois faces, dont l'une, correspondant à la face g^1, est beaucoup plus développée que les deux autres; dans un cristal étudié de plus près, la grande face fait avec les deux facettes des angles égaux à 114°32′, tandis que celles-ci font entre elles un angle de 113°22′. Ces cristaux présentent donc dans leurs formes cristallines une symétrie monoclinique, avec le facies des cristaux de $RbNO^3$, auxquels ils passent graduellement par régularisation des angles.

Par cristallisation en dissolution, on obtient donc deux séries de mélanges : une première résultant du mélange de deux biaxes et correspondant au type AbCb, et l'autre du type AbCu résultant du mélange d'un biaxe et d'un uniaxe.

Pour obtenir les autres séries, il faut opérer dans d'autres conditions, faire cristalliser par fusion par exemple. On sait que le KNO^3 quasi-ternaire à froid passe quand on le chauffe à deux formes rhomboédriques du type calcite, c'est-à-dire dont les formes primitives sont des rhomboèdres, dont l'angle est voisin de 107°6′. Le $RbNO^3$ est également trimorphe; rhomboédrique quasi-cubique à froid, il devient cubique, puis passe à une forme dont la symétrie n'avait pas été déterminée; j'ai pu reconnaître qu'elle était rhomboédrique du type calcite et se maclait par actions mécaniques suivant les trois faces d'un rhomboèdre. Quand on fait fondre un mélange des deux azotates, il cristallise en rhomboèdres du type calcite

pour toutes les proportions; par refroidissement, ces rhomboèdres se transforment directement en cristaux de la série précédente AbCb, que par ce procédé on obtient complète. Mais les termes les plus riches en $RbNO^3$ sont peu stables et se transforment en cristaux uniaxes peu biréfringents, que l'on serait tenté de prendre pour les termes extrêmes de la série précédente AbCu; mais outre qu'ils sont plus biréfringents que ceux-ci, ils sont négatifs et non positifs. On se trouve donc en présence de la troisième série CuAu. Quant à la quatrième, constituée par le mélange des deux formes instables, il ne m'a pas été possible de l'obtenir.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'extension des roches alcalines dans le bassin de l'Aouache.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. Michel Lévy.

M. M. de Rothschild a rapporté de son récent voyage dans l'Est-Africain une collection de roches recueillies par M. Neuville, dont l'étude m'a été confiée; les unes, relatives à l'itinéraire que j'ai suivi moi-même en 1901-1902 avec M. J. Duchesne-Fournet dans le bassin inférieur de l'Aouache, confirment mes conclusions antérieures (¹); les autres, qui concernent le bassin supérieur du même fleuve, méritent davantage l'attention, car elles proviennent d'une région qui jusqu'à présent n'avait été traversée que sur un parcours très restreint (et différent) par la mission de M. H. Weld Blundell (²).

Les roches du bassin supérieur de l'Aouache sont essentiellement basaltiques ou alcalines-acides. Les roches basaltiques n'y diffèrent en rien de celles du bassin inférieur; ce sont encore des basaltes et des labradorites, porphyroïdes ou doléritiques; quant aux roches alcalines, elles offrent encore de grandes analogies avec celles du bassin inférieur, dont elles ne semblent se distinguer que par une plus grande variété de types. Étant données ces affinités d'ordre pétrographique, ainsi que la continuité géographique qui paraît exister entre les deux régions envisagées, il est vraisemblable que partout la succession des épanchements volcaniques est la même chronologiquement que celle que j'ai pu observer en plusieurs points du bassin inférieur, c'est-à-dire : 1° basaltes et labradorites porphyroïdes; 2° roches alcalines; 3° basaltes et labradorites doléritiques.

(¹) *Comptes rendus*, 23 novembre et 28 décembre 1903.

(²) Voir Miss Raisin, *Itinéraire pétrographique de Berbera au Nil* (*Quart. Journ.*, 1903).

Je ne m'occuperai ici que des roches alcalines, dont le type dominant est représenté par ces pantellérites vertes, vitreuses, à structure fluidale très accentuée, que j'ai décrites dans le bassin inférieur, roches dont les caractères minéralogiques les plus marquants et constants consistent dans la présence de phénocristaux d'anorthose, de sanidine et d'amphibole triclinique cossyrite; d'autres minéraux tels que le quartz primaire, l'augite verte, l'ægyrine-augite et l'ægyrine s'y rencontrent, au contraire, dans les proportions les plus variables (¹).

Dans les deux bassins, les pantellérites se montrent riches en lithophyses et en enclaves homœogènes. Les lithophyses, allongées dans le sens de fluidalité, reproduisent, sous une forme plus ou moins complète, les associations minéralogiques auxquelles il vient d'être fait allusion, mais les minéraux qui les tapissent (auxquels vient s'adjoindre la riébeckite) présentent des formes nettes. Les enclaves homœogènes, identiques, au point de vue minéralogique, aux lithophyses, constituent des types pétrographiques évoluant, soit vers des rhyolites (comendites), soit vers des microgranites (paisanites).

Aux enclaves rhyolitiques correspondent dans l'ensemble des deux bassins des masses importantes d'une rhyolite verte se distinguant des pantellérites par son aspect tufacé et son manque de fluidalité. En ce qui concerne les enclaves microgranitiques, je ne puis signaler leurs représentants sous forme de roche en masse, que dans deux localités du bassin supérieur de l'Aouache : l'une située près des sources chaudes de Ouardji, où existe une roche présentant le facies de la paisanite (²) du mont Schoda (Tigré) décrite par M. Prior (³); l'autre du nom de *Karoma,* où se trouve une roche brune, rubanée, paraissant constituer un terme de passage entre les microgranites et les rhyolites rubanées du désert Somali-Dankali.

J'ai effectué l'analyse de trois de ces roches; leurs résultats sont exposés ci-dessous, parallèlement à d'autres que j'ai publiés antérieurement, et qui concernent le bassin inférieur de l'Aouache.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.	J.	K.
Perte au feu...	**1,1**	**1,4**	0,7	1,0	1,1	1,4	0,0	**0,9**	0,2	0,4	2,2
SiO^2..........	**73,0**	**73,0**	76,0	75,9	76,0	71,4	69,1	**71,0**	68,5	72,2	71,7
Al^2O^3.........	**9,9**	**10,0**	9,4	11,5	12,7	11,8	10,5	**10,1**	12,1	12,4	14,2
Fe^2O^3.........	**6,0**	**5,9**	3,7	3,4	2,1	5,6	3,6	**6,0**	6,2	3,0	1,6
FeO..........	**1,3**	**0,8**	1,1	0,9	0,6	1,4	6,4	**2,3**	2,2	2,4	1,6
CaO..........	**0,4**	**0,3**	0,7	traces	0,2	0,2	0,4	**0,6**	0,6	0,1	traces
MgO..........	**0,2**	**traces**	traces	0,1	traces	0,6	0,1	**traces**	0,1	0,5	0,4
K^2O..........	**4,4**	**4,3**	5,2	4,4	4,2	4,3	4,3	**5,1**	4,5	4,3	4,6
Na^2O..........	**4,0**	**4,6**	4,0	4,0	4,0	4,2	6,2	**5,2**	6,1	4,4	3,8
	100,3	**100,3**	100,8	101,2	100,9	100,9	100,6	**101,2**	100,5	100,4	100,1
Densité........	**2,62**	**2,51**	2,56	2,60	2,59	2,49	2,51	**2,51**	2,47	2,46	2,42 (⁴)

(¹) A ces derniers, il convient d'ajouter une amphibole spéciale, plus commune dans le bassin supérieur que dans l'autre.

(²) D'après les renseignements communiqués, cette roche ne paraît pas être filonienne.

(³) *Min. Mag.,* Vol. XII, nº 57.

(⁴) Les résultats imprimés en caractères gras concernent le bassin supérieur de l'Aouache et les autres le bassin inférieur.

A. MICROGRANITE DE OUARDJI. — B. RHYOLITE DE KAROMA. — C. Rhyolite du Morne Rouge (env. Obock). — D. Rhyolite du Hol-Hol (env. Djibouti). — E. Rhyolite de Hélabala. — F. G. H. I. J. K. Pantellérites de Moullou, Fantalé (obsidienne), YABA, Tadetchemalka, Tcheffedonza, Baldji (obsidienne).

Ces résultats analytiques montrent quelle étroite corrélation existe entre les caractères magmatiques et pétrographiques des roches alcalines du bassin de l'Aouache; il semble donc que ces roches constituent des facies de variation d'un même magma acide et sodico-potassique.

Le calcul des analyses, d'après les méthodes préconisées actuellement, fournit des résultats en accord avec cette opinion; en effet, l'emploi des paramètres établis par M. Michel Lévy fait de ce magma un magma *méga-potassique* oscillant entre les groupes *granito-dioritique* et *alcalino-granitique;* d'autre part, la récente classification américaine conduit à considérer les pantellérites peu chargées en oxydes de fer comme représentant, sous le nom de *liparoses*, le terme moyen de notre série, lequel passerait aux *grorudoses* pour celles riches en ces mêmes oxydes, et aux *alaskoses* pour les roches les plus riches en silice (microgranites et rhyolites).

D'après ce qui précède nous avons actuellement en main une série de documents permettant de démontrer l'énorme extension des roches alcalines-acides dans le bassin de l'Aouache; il existe entre la longitude d'Obock-Djibouti et celle d'Adis-Abeba une bande d'environ 500^{km} de longueur, sur laquelle ces roches semblent exister d'une façon presque ininterrompue.

BOTANIQUE. — *Deux* Dalbergia *à palissandre de Madagascar.* Note de M. **HENRI JUMELLE**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les déterminations botaniques de Baker, de Baillon et de Vatke nous ont fait connaître à Madagascar vingt-cinq espèces environ de *Dalbergia;* mais il n'a pas, jusqu'alors, été bien précisé quelles sont, parmi ces espèces, celles qui fournissent le palissandre qui est exporté, de temps en temps, de notre colonie.

Baker dit seulement que le *Dalbergia Baroni,* qui est un des *voamboana* des indigènes, dans la région orientale, donne un bois utilisable.

Les renseignements que nous pouvons fournir ici se rapportent plutôt à la région occidentale et spécialement au Boina, où les deux principaux arbres à palissandre seraient ceux dont M. Perrier de la Bathie nous a

envoyé des échantillons, sous les noms respectifs de *manipika* et de *manary*.

Le *manipikd*, qui serait l'espèce la plus importante et la plus commune, est un arbre qui se trouve partout dans le Boina, sauf dans les terrains humides. Son tronc, qui a de 10^{m} à 25^{m} de hauteur et quelquefois 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre, porte des rameaux étalés; il est à écorce jaunâtre.

Les feuilles, imparipennées, sont composées ordinairement de 7 à 9 paires de folioles, qui ont, à peu près, la forme des folioles du *Dalbergia purpurascens* Bail., mais sont plus petites, et surtout moins allongées. Elles sont elliptiques, arrondies à la base et au sommet, qui est parfois un peu émarginé; elles ont de 14^{mm} à 22^{mm} de longueur sur 9^{mm} à 13^{mm} de largeur, et sont portées, par des pétiolules de 1^{mm}, sur un pétiole principal long de 7^{cm} à 10^{cm}. Pétiole, pétiolules et les deux faces des folioles sont parsemés de poils plus ou moins espacés.

Les inflorescences, qui sont terminales ou latérales, sont de grandes cymes dont les dernières branches forment des cymes corymbiformes très denses, comprenant un grand nombre de fleurs.

Ces fleurs sont blanches et à odeur forte, quand elles sont fraîches; sèches, elles sont jaunes et marquées de stries longitudinales brunes. Toutes les ramifications de l'inflorescence sont couvertes d'une forte pubescence rousse.

Les fleurs ont 4^{mm} environ de longueur. Le calice (1^{mm},8) est velu avec un lobe caréné, lancéolé, plus long que les quatre autres, qui sont ovales, à peine aigus. Les pétales sont glabres; les étamines sont soudées en un seul faisceau; l'ovaire est revêtu d'un duvet serré.

Les fruits, à 1 ou 2 graines, sont également couverts de ce même duvet dense, de couleur de rouille; ils sont réticulés aux niveaux des graines, atténués, sans être très aigus, aux deux extrémités; leur sommet est même quelquefois arrondi. Ils ont de 35^{mm} à 65^{mm} de longueur, sur 13^{mm} à 15^{mm} de largeur.

Aucune partie de la plante ne noircit pendant la dessiccation.

De toutes les espèces de *Dalbergia* actuellement connues à Madagascar, c'est le *Dalbergia purpurascens* qui se rapproche le plus, par ses divers caractères, du *manipika*. La ressemblance n'est cependant pas complète : dans le *D. purpurascens*, le calice et l'ovaire sont bien velus, et il y a un sépale plus long que les autres; mais les folioles sont beaucoup plus allongées que dans nos échantillons, et ont presque une longueur double pour une largeur à peu près égale, puis les dernières ramifications des inflorescences, qui sont glabres, ont une forme très nette de grappe, que nous ne retrouvons pas chez le *manipika*, et enfin la plante étudiée par Baillon est à fleurs un peu plus grandes et noircit en se desséchant.

Nous nous croyons donc autorisé à considérer ce *manipika* comme une espèce nouvelle que nous dénommons *Dalbergia boinensis*.

Nous avons dit que le second arbre à palissandre de la même région est le *manary*.

Sous ce nom indigène, Baker a déjà décrit, en 1890, le *Dalbergia trichocarpa*.

Mais nous devons admettre que les Sakalaves désignent sous un même terme plusieurs espèces différentes, car les échantillons que nous avons examinés ne présentent aucun point de ressemblance avec ce *Dalbergia*.

Notre *manary* est un arbre de 10^m à 20^m de hauteur, dont le tronc, à écorce gris noirâtre, et ponctuée de très nombreuses petites lenticelles, atteint parfois $0^m,60$ de diamètre et devient donc plus gros que celui du *manipika*.

L'espèce se plaît principalement en forêts sèches, dans les terrains siliceux du Haut-Bassin de la Betsiboka et de l'Ikopa. On ne la retrouve pas dans le Bas-Boina.

Les rameaux sont plus fortement lenticellés que ceux du *manipika*. Les feuilles, imparipennées, sont composées de quatre paires de folioles très espacées, alternées, glabres, et qui ont presque la forme de celles du *Dalbergia Bernieri* Bail., mais sont beaucoup plus acuminées. Le pétiole a 10^{cm} à 13^{cm}; les pétiolules ont 5^{mm} à 8^{mm} et les folioles, qui sont ovales, aiguës à la base, ont de $3^{cm},5$ à $4^{cm},5$ de longueur, sur 2^{cm} à $2^{cm},5$ de largeur, l'acumen ayant de 7^{mm} à 10^{mm}.

Les inflorescences sont de grandes cymes lâches, très ramifiées et dont les derniers rameaux, qui portent quelques poils, forment des grappes allongées, de 1^{cm} à 2^{cm}, ou même davantage. La floraison a lieu en octobre et novembre; les fleurs sont blanches, et n'ont que 2^{mm} à 3^{mm} de longueur.

Le calice est glabre, avec un sépale lancéolé plus long que les quatre autres, qui sont légèrement aigus.

L'ovaire porte des poils épars. Les fruits cependant sont glabres, blancs à l'état sec, monospermes, réticulés au niveau de la graine. Ils mûrissent de novembre à mai, et ont de 35^{mm} à 40^{mm} de longueur, sur 18^{mm} à 22^{mm} de largeur.

L'espèce est, pensons-nous, également nouvelle; nous la nommons *Dalbergia Perrieri*.

Tels seraient les deux arbres qui fourniraient à Madagascar la plus grande partie du palissandre de la région de Majunga, lequel est, d'ailleurs, assez peu exporté jusqu'alors.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la biologie des Saprolégniées.* Note de M. Paul Dop, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai obtenu des cultures pures de *Saprolegnia Thureti*, recueilli sur un barbeau, par ensemencement du mycélium dans une solution de peptone à 4 pour 100, additionnée d'acide citrique à 3 pour 1000. Ce milieu m'a paru plus favorable que ceux décrits par Maurizio, Radais et d'autres auteurs.

Deux séries de cultures en milieu peptonisé à la température de 30° ont été faites les unes au contact de l'air, les autres en vie anaérobie, l'atmosphère artificielle étant constituée par de l'hydrogène. Dans les cultures aérobies, le développement est extrêmement rapide, et la culture prend une forme hémisphérique très caractéristique. La recherche de l'indol dans le liquide de culture ne m'a jamais donné de résultats positifs. En milieu anaérobie, le développement est presque impossible, les filaments mycéliens au lieu d'être réunis en sphère sont épars çà et là, et la culture dépérit rapidement.

J'ai ensuite cultivé le *Saprolegnia Thureti*, en vie aérobie et anaérobie, dans une solution de glucose pur à 4 pour 100, additionnée d'acide citrique à 3 pour 1000. (L'acidité m'a paru nécessaire au développement du champignon.)

En vie aérobie, c'est-à-dire dans un milieu très oxygéné, puisque dans mes expériences un courant d'oxygène traversait le liquide de culture, le champignon se développe très facilement. Il dégage une grande quantité d'anhydride carbonique, il ne donne pas de produits volatils, et l'acidité primitive de la liqueur diminue très légèrement. La recherche dans ces cultures des acides acétique, formique et oxalique a été infructueuse.

Contrairement à ce qui se passe pour les milieux peptonisés, la vie anaérobie est parfaitement possible dans la solution glucosée. J'ai suivi, dans ces conditions, le développement du champignon pendant plus d'un mois, à une température oscillant entre 17° et 20°. L'analyse de l'atmosphère des cultures m'a montré une production de gaz carbonique variant entre 2,5 et 3 pour 100 de l'atmosphère totale en 4 à 5 jours. En outre, la distillation au-dessous de 100° du liquide de culture m'a permis de recueillir une substance volatile formée en assez grande abondance, douée d'un pouvoir réducteur considérable, mais qui ne recolore pas la fuschine décolorée par le gaz sulfureux. J'ai tout lieu de croire que cette substance se rapproche de l'aldéhyde glycérique déjà signalée par Péré dans certaines fermentations bactériennes. L'acidité de la liqueur primitive diminue légèrement et je n'ai pu, dans aucune circonstance, reconnaître la

formation d'acides fixes ou volatils. L'aldéhyde formique n'a jamais apparu. Les produits visibles de cette fermentation anaérobie se réduisent donc à l'aldéhyde glycérique et au gaz carbonique. Cette vie anaérobie ne peut se poursuivre indéfiniment, car, après un mois, mes cultures présentaient un notable affaiblissement.

Ces cultures m'ont amené en outre à une autre remarque : j'ai pu cultiver ce champignon dans des dissolutions faites avec une eau ne renfermant que des traces de substances minérales. Il s'y développait très bien, tandis que dans le liquide de Nœgeli, par exemple, le développement était difficile.

En résumé, le *Saprolegnia Thureti* peut être, en présence du glucose, facultativement aérobie ou anaérobie. Dans ce dernier cas il produit une fermentation complexe dont un des termes est probablement l'aldéhyde glycérique. Enfin ce champignon peut vivre dans des milieux ne renfermant que des traces de substances minérales.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Consommation de matières odorantes chez la plante étiolée*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **Alex. Hébert**, présentée par M. Haller.

Nous nous sommes occupés déjà [1] de l'influence de la lumière sur l'accumulation des composés odorants chez la plante. Comparant la menthe poivrée (*Mentha piperita*), cultivée à l'ombre, à la même plante ayant vécu à la lumière, nous avions constaté que cette dernière renfermait plus d'essence que la plante étiolée. Mais nous ne nous étions nullement préoccupés d'observer les variations subies chez le végétal à partir du moment où il est privé de lumière. Dans le but de combler cette lacune nous avons effectué une nouvelle série de recherches à l'aide du basilic (*Ocymum basilicum*). La question ainsi envisagée présentait l'intérêt de se rattacher au problème du rôle physiologique des matières odorantes.

Un peu avant l'époque de la floraison, le 4 juillet 1904, les plantes ont été divisées en deux lots : le premier renfermant les végétaux témoins cultivés en pleine lumière; le second, des pieds de basilic abrités contre la lumière solaire et maintenus ainsi jusqu'au moment de la floraison complète des sujets témoins, c'est-à-dire jusqu'au 26 août.

Le 4 juillet, le jour même où l'expérience commençait, la plante fut analysée et un lot fut soumis à la distillation de façon à déterminer la quantité d'essence renfermée dans chaque pied, ainsi que sa composition. Puis la même opération fut répétée le

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 380.

26 août, d'une part avec le lot de plantes témoins, d'autre part avec les pieds de basilic étiolés. Ces derniers, exempts de fleurs, portaient des feuilles d'un vert clair à pétioles allongés.

Les parties aériennes de chaque pied pesaient, le 4 juillet, 27g,8; elles atteignaient, le 26 août, le poids de 523g,6 (dont 256g,5 d'organes verts) à la lumière, et seulement le poids de 79g,5 à l'ombre. L'augmentation de poids de la plante étiolée est donc faible et encore porte-t-elle surtout sur l'humidité.

Voici les résultats de l'analyse des huiles essentielles, ainsi que les nombres faisant connaître le poids de leurs principes constitutifs dans les diverses plantes soumises à notre examen :

	Essence extraite le 4 juillet. — (Plantes entières).	Essence extraite le 26 août — des plantes témoins. Tiges et feuilles.	Inflorescences.	Plantes entières.	des plantes étiolées. — Plantes entières.
Estragol	51,5 %	73,0 %	53,1 %	57,3 %	74,2 %
Composés terpéniques (1).	48,5 %	27,0 %	46,9 %	42,7 %	25,8 %

	4 juillet. — Poids contenu dans un pied entier.	26 août. Plantes témoins. Poids contenu dans les parties vertes d'un pied.	Poids contenu dans les inflorescences d'un pied.	Poids contenu dans un pied entier.	Plantes étiolées. — Poids contenu dans un pied entier.
	mg	mg	mg	mg	mg
Huile essentielle	19,5	51,5	168,0	219,9	12,5
Estragol	10,0	37,9	89,2	127,1	9,3
Composés terpéniques	9,5	14,0	78,8	92,8	3,2

On voit donc que, du 4 juillet au 26 août, époque de la floraison complète : 1° lorsque la plante vit à la lumière, le poids d'estragol augmente de 27mg,9 dans les parties vertes de chaque pied, et de 117mg,1 dans le pied entier; le poids de composés terpéniques s'accroît en même temps de 4mg,5 dans les organes chlorophylliens d'un pied et de 83mg,3 dans le végétal entier; 2° au contraire, à l'obscurité il y a consommation d'estragol et de composés terpéniques, mais ce sont surtout ces derniers qui dispa-

(1) L'essence de basilic renferme de l'estragol (para-méthoxyallylbenzène) et des composés terpéniques (linalol, $C^{10}H^{17}OH$ et eucalyptol $C^{10}H^{18}O$, notamment).

raissent : le poids d'estragol diminue de $0^{mg},7$ seulement, celui de composés terpéniques de $6^{mg},3$.

En résumé, il ressort de ces observations que, *à l'abri de la lumière, la plante est susceptible de consommer l'huile essentielle qu'elle renferme et notamment les composés terpéniques.*

Ces résultats montrent déjà que les matières odorantes ne sont pas, comme on a l'habitude de l'affirmer, d'une façon tout à fait gratuite d'ailleurs, des composés d'excrétion désormais inutilisables. Lorsque la plante, placée dans l'obscurité, n'assimile plus que faiblement le gaz carbonique de l'air, ces substances sont détruites soit pour contribuer à la formation des tissus, soit pour fournir une fraction de l'énergie que n'apporte plus la lumière.

ZOOLOGIE. — Bougainvillia fruticosa *Allm. est le facies d'eau agitée du* Bougainvillia ramosa *Van Ben.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Delage.

Comme le fait observer Allman (*Monogr. of the Gymnobl. Hydroids*, p. 315), *B. fruticosa* est étroitement allié à *B. ramosa*. Les caractères distinctifs que cet auteur énumère sont bien secondaires.

L'hydranthe de *B. fruticosa* est plus cylindrique et plus élancé que celui de *B. ramosa*, le périsarque le recouvre moins que chez *B. ramosa*. Les tentacules de *B. fruticosa*, au nombre d'environ quatorze, sont généralement courbés, alternativement dressés et rejetés; les tentacules de *B. ramosa*, au nombre d'environ douze, sont plus droits, mais de même alternativement dressés et rejetés. A l'origine des branches, il n'y a pas d'annulations chez *B. fruticosa;* il y en a chez *B. ramosa*. Enfin Allman ajoute que peut-être l'on peut encore noter, comme différence, l'attitude des tentacules marginaux de la Méduse récemment libérée : ces tentacules pendraient en ligne droite dès leur point d'intersection chez *B. fruticosa*, tandis que, dans l'espèce de Van Beneden, ils se dirigeraient d'abord horizontalement sur une courte longueur pour prendre bientôt une direction parallèle à l'axe de la Méduse. Telles sont les différences spécifiques relevées par Allman. Par tous les autres caractères, les deux espèces se confondent.

Ces caractères distinctifs, déjà si minimes, ne sont pourtant pas absolus. D'abord le nombre des tentacules varie d'un hydranthe à l'autre dans les deux espèces. Hincks compte environ vingt tentacules et Van Beneden dix

à dix-sept chez *B. ramosa*. J'en ai compté quatorze à vingt tant dans les colonies du Portel que dans celles que j'ai demandées à Naples pour la comparaison. Chez *B. fruticosa*, provenant de Naples ou du Portel, le nombre des tentacules oscille entre douze et seize, chez les hydranthes complètement développés bien entendu. L'absence des annulations chez *B. fruticosa* n'est certainement pas générale, car ces annulations sont très nettes sur les exemplaires de Naples comme sur ceux du Portel, et même parfois beaucoup plus accentuées que sur certaines branches de *B. ramosa*. J'ajouterai qu'il est parfois difficile de pouvoir distinguer les hydranthes d'une espèce de ceux de l'autre. Même sur les figures de *B. fruticosa* et de *B. ramosa* données par Allman, on ne trouve pas les différences que cet auteur signale dans son texte relativement à la forme de l'hydranthe et au développement du périsarque qui l'enveloppe plus ou moins. La direction particulière des tentacules marginaux de la Méduse de *B. ramosa*, indiquée, avec doute d'ailleurs, par Allman comme pouvant constituer un caractère spécifique, me paraît sans valeur. Cette particularité n'est signalée ni par Van Beneden ni par Hincks qui tous deux figurent cette Méduse qui ne se distingue pas de celle de *B. fruticosa*.

Si j'avais à différencier ces deux espèces, c'est sur l'aspect des colonies que je me baserais. Les colonies de *B. ramosa* sont plus grêles, moins touffues, plus régulièrement ramifiées que celles de *B. fruticosa;* les colonies types ne présentent pas de stolonisation. L'aspect touffu vraiment remarquable des belles colonies de *B. fruticosa* tient au phénomène de la stolonisation. C'est à ce phénomène qu'est dû l'aspect « much branched, with the main stems composed of aggregated tubes » signalé par Allman. En effet les stolons, qui peuvent atteindre facilement 2^{cm} et plus sans se ramifier, se dirigent souvent parallèlement aux branches sur lesquelles ils prennent naissance et en y restant accolés, ce qui produit, notamment sur la branche principale, l'aspect décrit par Allman.

Le 25 août de l'année dernière je trouvai, dans le produit d'un dragage fait au Portel, un *Sertularia argentea* Ell. et Sol. qui portait quelques petites branches de *B. ramosa*. J'en prélevai une que je montai pour la collection, car cette espèce n'avait pas encore été signalée dans le détroit du Pas-de-Calais. Puis je remis le *Sertularia* dans une cuvette que je plaçai dans un bac de l'aquarium directement sous le jet d'eau qui produisait dans la cuvette une agitation assez grande. Occupé à d'autres travaux, je n'examinai de nouveau l'échantillon que dans les premiers jours d'octobre, à la veille de mon départ du laboratoire maritime. Je ne reconnus pas l'échantillon et je crus d'abord qu'on l'avait remplacé par un autre, bien que le bac portât une étiquette indiquant qu'il était réservé. Le *Sertularia* était entièrement envahi par le *Bougain-*

villia qui formait une forte touffe très dense, présentant une abondante stolonisation, ce qui le rendait méconnaissable. La production des Méduses était très active et les hydranthes paraissaient plus rares, plus clairsemés, par suite de l'allongement de toutes les parties de la colonie. Cet allongement général explique la forme plus élancée des hydranthes signalée par Allman chez *B. fruticosa* et c'est à l'allongement de la base des hydranthes qu'il faut attribuer la dispersion irrégulière des gonophores le long des rameaux chez *B. fruticosa,* gonophores qui sont disposés par grappes chez *B. ramosa.*

De ce qui précède il résulte à mon avis que *B. ramosa* et *B. fruticosa* ne sont que deux facies d'une seule et même espèce : *B. ramosa* est le facies des eaux calmes, *B. fruticosa* celui des eaux agitées.

Les quelques indications que nous possédons sur l'habitat de ces deux *Bougainvillia* corroborent cette manière de voir. Allman dit qu'il a trouvé *B. fruticosa* attaché à une bouée et à des bois flottants, c'est-à-dire dans des conditions d'agitation continue, tandis que *B. ramosa* vit dans la zone des corallines et des eaux profondes, c'est-à-dire dans l'eau normalement calme. Billard (*Ann. Sc. nat.*, 1904) fait observer que les espèces stolonipares qu'il a étudiées sont pour la plupart des espèces littorales. Or les espèces littorales sont bien plus que les autres soumises à l'agitation.

L'exemple de *Bougainvillia* est une nouvelle preuve de l'action morphogène de l'eau en mouvement signalée par Giard chez *Campanularia caliculata* Hincks (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1898).

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur les relations entre la pression artérielle et les doses de chloroforme absorbées; l'examen continu de la pression artérielle permet d'éviter sûrement tous les accidents de l'anesthésie chloroformique, quel que soit le procédé de chloroformisation employé.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Les faits connus actuellement sur l'action du chloroforme démontrent qu'il provoque la mort par son action toxique sur le cœur ou les centres nerveux cardiaques. Il est facile d'étudier cette action toxique sur le cœur en remplaçant l'examen direct de la contraction cardiaque par celui de la pression artérielle qui en reproduit fidèlement les modifications. Le but de ces recherches a été d'étudier les relations qui existent entre les doses de chloroforme absorbées et les modifications de la pression artérielle qu'elles déterminent. Cette étude, jointe à celle des modifications que les mêmes doses de chloroforme impriment aux mouvements respiratoires, m'a donné

des résultats pratiques intéressants et m'a permis d'établir une comparaison entre les valeurs respectives des différents procédés utilisés pour se renseigner sur le degré d'intoxication.

Dispositif expérimental. — Il est le même que celui qui a été décrit dans une Note précédente. On prend un graphique de la pression artérielle et de la respiration et l'on fait varier la dose de chloroforme administrée comme il a été indiqué dans cette même Note. On peut diviser en quatre catégories les faits que j'ai étudiés.

1° *L'action déprimante du chloroforme sur le cœur ou sur la pression artérielle croît régulièrement avec la dose de chloroforme absorbée.*

Si, chez un animal anesthésié, on fait croître progressivement la dose de chloroforme administrée, on voit la pression artérielle subir une diminution parallèle jusqu'au voisinage de la dose mortelle pour le cœur.

Le phénomène est complexe à étudier parce qu'il n'y a pas que les changements de la dose de chloroforme dans l'air inspiré qui fassent varier la proportion de chloroforme dans le sang; il y a d'autres facteurs, principalement les modifications de la ventilation pulmonaire. Si l'on tient compte de ces différents facteurs, il est plus exact de dire que la pression artérielle a une valeur d'autant moins élevée que la dose de chloroforme contenue dans le sang est plus forte.

2° *Les doses de chloroforme qui, chez le chien, n'abaissent pas la pression artérielle au-dessous de* 10^{cm} *de mercure, ne déterminent jamais d'accidents.*

3° *Les doses de chloroforme qui produisent* seulement *l'arrêt respiratoire chez le chien sont celles qui abaissent la pression entre* 10^{cm} *et* 6^{cm} *de mercure.*

La syncope respiratoire apparaît toujours chez le chien, lorsque la pression artérielle a une valeur comprise 6^{cm} et 10^{cm} de mercure. Je ne l'ai jamais vu apparaître avec une valeur supérieure à 10^{cm}.

Je n'ai jamais vu non plus la syncope être mortelle tant que la pression ne descend pas au-dessous de 6^{cm}.

4° *Les doses de chloroforme qui produisent la syncope cardiaque, ou plus exactement, le fléchissement brusque de la contraction cardiaque et de la pression artérielle, sont celles qui abaissent la pression artérielle au voisinage de* 5^{cm} *de mercure ou au-dessous.*

Lorsque la pression artérielle descend à la valeur de $5^{cm},5$ de mercure, on approche de la dose mortelle qui tue le cœur, bien que souvent la syncope cardiaque ne se produise qu'à la pression de $3^{cm},5$ ou 4^{cm} de mercure. Je parle bien entendu du cas d'intoxication lente et non du cas d'intoxication rapide (cas de la syncope du début de la chloroformisation) dans

lequel la pression artérielle peut descendre à 2^{cm} de mercure et même au-dessous sans que mort s'ensuive.

On peut tirer de ces faits la conclusion pratique suivante, vérifiée expérimentalement :

On évite sûrement les accidents du chloroforme chez le chien, même en le donnant sans précaution, si l'on a soin de ne l'administrer qu'autant que la pression artérielle est supérieure à 10^{cm} de mercure.

Chez l'homme, l'exploration du pouls ne renseigne que sur le nombre et l'intensité des battements artériels. Mais, si l'on appliquait sur l'artère un instrument suffisamment précis permettant de mesurer approximativement la pression que les battements du cœur y entretiennent, *il n'est pas douteux que cette mesure donnerait une indication précieuse qui renseignerait, comme le manomètre chez le chien, sur le degré d'intoxication du cœur.*

La comparaison, dans mes expériences, des graphiques respiratoires avec les graphiques de la pression artérielle m'a permis d'observer un fait qui renforce considérablement cette conclusion, tout en montrant le danger du procédé qui consiste à apprécier l'état du sujet d'après l'état de sa respiration :

Lorsque la dose de chloroforme devient assez considérable pour déterminer des accidents, la pression artérielle est influencée bien avant que l'arrêt respiratoire ou même une modification alarmante de la mécanique respiratoire se produise.

Les deux expériences suivantes donnent la démonstration de ce fait.

Expérience I (février 1903). — Chien de 40^{kg} en état d'anesthésie complète depuis 10 minutes. On prend les graphiques de la respiration et de la pression artérielle. On augmente la dose de chloroforme de manière à déterminer une syncope. La pression artérielle qui se maintenait très fixe auparavant à 14^{cm} de mercure tombe régulièrement en 3 minutes à $9^{cm},6$ avant que l'arrêt respiratoire se produise. Le rythme respiratoire était de 35 mouvements pendant la première minute, 29 pendant la deuxième, 20 pendant la troisième. Il ne s'est produit une diminution alarmante du rythme que 20 secondes avant l'apparition de la syncope.

Expérience II (décembre 1902). — Chien de 37^{kg} en état d'anesthésie complète depuis 42 minutes. On augmente la dose de chloroforme pour produire une syncope respiratoire. Cette syncope, très courte, n'apparaît qu'au bout de 5 minutes. La pression artérielle qui se maintenait absolument fixe depuis 30 minutes à $11,4^{cm}$ de Hg, décroît progressivement dès le début de l'augmentation de la dose de chloroforme et tombe en 5 minutes, à $6^{cm},7$ de Hg, avant qu'une modification très appréciable de la respiration se soit produite, le rythme étant resté à 32 mouvements pendant la cinquième minute.

Bien que je sois en mesure de multiplier ces exemples, ils suffisent pour établir : 1° que l'examen de la pression artérielle renseigne bien avant l'apparition des modifications respiratoires; 2° que les modifications respiratoires n'apparaissent que lorsque le danger, décelé par la diminution de la pression artérielle, est déjà constitué. On peut dire d'autre part que, outre que les indications fournies par la respiration sont tardives, elles sont souvent difficiles à apprécier.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.* Note de MM. **A. Moutier** et **A. Challamel**, présentée par M. A. d'Arsonval.

On semble admettre, en Électrothérapie, que l'on obtient les mêmes effets thérapeutiques, dans l'emploi des courants à haute fréquence, par la cage autoconductrice et par le lit condensateur; or, nos recherches sur le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation montrent qu'il n'en est pas ainsi.

En général, l'abaissement que l'on obtient est moins considérable lorsque l'on soumet les malades à l'action du lit condensateur que lorsqu'on les soumet à l'action du solénoïde.

Tandis qu'avec le solénoïde on observe, dans la première séance d'électrisation, des abaissements de 5^{cm}, 6^{cm}, 7^{cm} et même 9^{cm} de mercure, nous n'avons jamais observé d'abaissement supérieur à 5^{cm}, 5 Hg avec le condensateur, ainsi que le montrent les 17 cas suivants :

Pression artérielle		
Avant.	Après.	Abaissement obtenu.
22	16,5	5,5
24	19	5
20	15,5	4,5
22	17,5	4,5
20	15,5	4,5
20	16	4
22	18,5	3,5
29	25,5	3,5
19	15,5	3,5
23	20	3

Pression artérielle Avant.	Après.	Abaissement obtenu.
20	17	3
18	15	3
18	15	3
20,5	18	2,5
23	20,5	2,5
24	22	2
21	19,5	1,5

Nous avons alors soumis un certain nombre de ces malades, chez lesquels nous avions obtenu un abaissement de la pression artérielle par le lit condensateur, à l'action du solénoïde autoconducteur, et nous avons alors, dans 8 cas sur 9, obtenu un nouvel abaissement de la pression artérielle qui a été de $0^{cm},5$Hg à $3^{cm},5$Hg, comme le montre le Tableau suivant :

Pression artérielle avant	après	Abaissement obtenu par	Pression artérielle après	Nouvel abaissement obtenu par	Abaissement total.
l'action du lit condensateur.			l'action du solénoïde.		
29	25,5	3,5	22	3,5	7
23	20	3	18	2	5
23	20,5	2,5	18,5	2	4,5
24	22	2	20	2	4
24	22	2	20	2	4
24	19	5	17,5	1,5	6,5
22	17,5	4,5	17	0,5	5
20,5	18	2,5	17,5	0,5	3
20	17	3	17	0	3

On voit donc que l'action du lit condensateur n'est pas équivalente à celle de la cage autoconductrice et qu'il est préférable d'employer cette dernière dans le traitement de l'hypertension artérielle.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *De l'action du radium sur la torpille* (Torpedo marmorata). Note de M. **Maurice Mendelssohn**, présentée par M. d'Arsonval.

Au cours de recherches poursuivies au mois d'octobre dernier à la station biologique d'Arcachon, j'ai été à même de constater quelques modifi-

cations fonctionnelles et nutritives de la torpille, lorsque celle-ci est soumise pendant un temps plus ou moins long à l'action du radium.

Mes recherches ont porté principalement sur l'organe électrique de la torpille et sur la partie de la peau qui le recouvre. Elles ont été faites toutes à l'aide d'une petite quantité (3^{mg}) de bromure de radium contenu dans une ampoule de verre que le professeur Bergonié, de Bordeaux, a très obligeamment mis à ma disposition, ce dont je tiens à le remercier ici bien vivement. Cette préparation provient de la Société de produits chimiques de Paris, par laquelle elle a été livrée comme bromure de radium pur d'une activité de 1800000 unités.

Le radium appliqué directement ou à travers la peau sur l'organe électrique ne produit aucun effet immédiat sur ce dernier. La torpille continue à produire des décharges spontanées ou réflexes. Ce n'est qu'à la fin de la première heure de l'application que l'intensité de la décharge commence à se modifier. Après une courte période de renforcement qui ne dure que 20 à 30 minutes, on constate un affaiblissement graduel de la décharge, laquelle, au bout de 5 à 6 heures, perd déjà la moitié de son intensité. Cet affaiblissement de la décharge se maintient même pendant plusieurs jours (6 à 8) lorsque la torpille a été remise dans l'eau. Jamais je n'ai observé une suppression complète de la fonction électrique de la torpille sous l'influence du radium. Il importe de remarquer que la décharge d'une torpille-témoin placée hors de l'eau sans être exposée aux radiations perd également, au bout de quelques heures, un peu de son intensité, mais, dans ce cas, l'affaiblissement de la décharge est bien moindre que chez la torpille soumise à l'action du radium et, aussitôt la torpille remise dans l'eau, la décharge récupère bien vite son intensité normale.

Plus ou moins tardivement après l'application du radium, en général au bout de 12 à 15 heures, parfois déjà au bout de 8 à 10 heures, jamais immédiatement après, la peau présente au point d'application une série de phénomènes réactionnels très caractéristiques. La teinte marbrée s'efface petit à petit et fait place à une coloration plus ou moins uniforme, rouge d'abord, brune et jaune ensuite. Au bout d'un temps variable, il se produit une desquamation des couches superficielles du derme et un suintement de sérosités alcalines. La face interne de la peau, sans être altérée, est fortement congestionnée et apparaît ponctuée de taches rouges. Ce sont de petites hémorragies capillaires qui se produisent de place en place.

La partie de l'organe électrique soumise à l'action du radium est également gorgée de sang. On peut constater, même à l'œil nu, une dilatation considérable des vaisseaux et des capillaires avec ou sans hémorragies interstitielles. Il existe de plus, dans cette région, une transsudation et une infiltration du tissu; l'organe, à cet endroit, est gonflé et présente un aspect trouble et violacé. Ces altérations nutritives ne vont pas loin en profondeur, mais s'étendent au delà du point d'application du tube radioactif. Du reste, l'étendue de la lésion varie avec la durée de l'application et suivant les régions; elle est plus grande à la surface dorsale qu'à la surface ventrale de l'organe électrique.

A côté des troubles nutritifs qui présentent une grande analogie avec ce que l'on constate chez l'homme et chez d'autres animaux après l'applica-

tion du radium, j'ai observé certains effets des radiations sur la nutrition de la peau qui sont propres à la torpille et qui, à ma connaissance, n'ont pas été encore décrits chez d'autres êtres vivants.

Lorsqu'on applique un tube radioactif sur la partie dorsale de l'organe électrique de la torpille, on voit qu'il se produit, à une échéance plus ou moins longue, une lésion nutritive non seulement à la partie de la peau exposée, mais aussi à une distance plus ou moins grande du point d'application, à l'endroit où se trouve l'électrode qui sert à dériver le courant de la décharge de l'organe au galvanomètre ou bien au téléphone, comme c'était le cas dans mes expériences. La lésion à l'endroit où est placée l'électrode est précoce ; elle se produit dès le début de l'expérience après quelques décharges de la torpille ; elle est strictement limitée à la surface cutanée occupée par la plaque de l'électrode dont elle marque la forme et la grandeur. La lésion consiste en une rougeur fugitive suivie d'une desquamation et un suintement d'une sérosité; elle diminue et même disparaît au bout de quelques jours, si l'expérience n'a pas été renouvelée dans les mêmes conditions.

Après avoir examiné les causes possibles du phénomène, je me suis arrêté à l'explication suivante qui concorde, du reste, avec les résultats de quelques expériences de contrôle que j'ai instituées à cet effet.

La lésion du point d'application des électrodes résulte très probablement d'un processus électrolytique produit au moment de la décharge de la torpille, par le passage de son courant propre à travers la partie de la peau qui est en contact avec les électrodes métalliques polarisables et qui est devenue plus vulnérable grâce à l'influence du radium. Chez une torpille-témoin, laquelle, sans être exposée à l'action du radium, donne, dans les mêmes conditions expérimentales, autant de décharges que la torpille en expérience, on n'observe jamais une lésion cutanée à l'endroit des électrodes, si polarisables qu'elles soient. D'autre part, lorsque l'on applique le tube radioactif à une torpille chez laquelle tous les nerfs de l'organe électrique ont été sectionnés préalablement, et qui, par conséquent, ne peut plus donner de décharges, on n'observe pas non plus de lésion au point d'application des électrodes réceptrices. Il est donc évident que la lésion qui se forme à l'endroit des électrodes chez une torpille soumise à l'action du radium est due au passage du courant propre de l'organe électrique à travers la peau, dont la résistance vitale est amoindrie sous l'influence des radiations. La densité du courant propre, qui est sans effet sur la peau dans les conditions normales de la vie de la torpille, provoque des

processus électrolytiques au contact des électrodes métalliques, lorsque la torpille est soumise à l'action du radium.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la région située au nord de la Montagne Noire.* Note de M. **Jules Bergeron**, présentée par M. Michel Lévy.

Sur le versant septentrional de la Montagne Noire, les assises cambriennes et ordoviciennes sont affectées de plis isoclinaux renversés contre l'axe gneissique de ce massif; par suite, elles plongent vers le nord. D'une manière générale, elles présentent une certaine cristallinité correspondant à un faible degré de métamorphisme; mais en quelques points, au voisinage de l'axe gneissique, s'intercale, sous la série précédente, une autre série représentant également le Cambrien et l'Ordovicien, mais sans trace de métamorphisme et avec le facies de ces terrains dans les nappes du versant méridional de la Montagne Noire. C'est surtout dans la région comprise entre Canac, Arnac et Boissézon-de-Masvieil, dans la haute vallée du Dourdou, que cette série occupe la plus grande surface. Je suis porté, vu son facies bien spécial, à la rattacher aux nappes du versant méridional qui se seraient avancées jusque sur le versant septentrional. C'est postérieurement à ce refoulement que se seraient produits les plis isoclinaux que je viens de signaler, puisqu'ils reposent sur la partie terminale d'une de ces nappes. Ils sont dus à une poussée venant du NO qui s'est exercée, d'après leur disposition, tout le long de la Montagne Noire, sur une longueur d'une centaine de kilomètres.

J'ai signalé à plusieurs reprises [1] dans les nappes du versant méridional le déversement vers le sud des têtes des couches refoulées vers le nord. On peut l'observer dans une première bande, s'étendant sur une longueur de 34^{km}, et suivant une direction NE-SO, de Cabrières, à l'est, jusque près de Vieussan, à l'ouest; puis, un peu au sud, dans une seconde bande, ayant la même orientation que la première, mais une longueur de plus de 45^{km} et s'étendant de Saint-Nazaire de Lardarez, à l'est, jusqu'à Caunes, à l'ouest. Peut-être ce déversement correspond-il à des plis en retour dans les nappes, plis en retour provoqués par la réaction exercée par l'axe de la

[1] *Étude géologique du massif situé au sud du Plateau central*, p. 316. — *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. XXVII, p. 683.

Montagne Noire sur les nappes et dont les érosions n'auraient laissé subsister que les racines. Peut-être ce déversement a-t-il pour cause la répercussion sur le massif entier, et en particulier sur son bord méridional, de la poussée qui a donné naissance aux plis isoclinaux du versant septentrional; à l'appui de cette dernière hypothèse, on pourrait invoquer le parallélisme, sur près de 80^{km}, de ces plis isoclinaux et du déversement en question.

C'est postérieurement à la formation de ces isoclinaux qu'a eu lieu l'éruption granitique du Sidobre, avec son cortège de phénomènes métamorphiques, au milieu des couches plissées et déversées vers le sud, avec plongement vers le nord.

Le versant septentrional de la Montagne Noire forme le bord méridional d'une dépression dans laquelle s'est creusée la vallée du Tarn. Sur le bord septentrional de cette dépression, le Cambrien se retrouve avec le même facies légèrement métamorphique que sur le bord méridional; il est très vraisemblable que les couches sont encore affectées de plis isoclinaux, si l'on s'en rapporte à ce que l'on voit dans la région du Truel et du Vialat du Tarn, où il y a des alternances de bandes calcaires et de bandes schisteuses, plongeant toutes vers le sud. Mais, vers le nord, à ces bandes s'en substituent d'autres formées d'amphibolites et de gneiss, en relation avec des pointements granitiques. Ce sont encore des plis isoclinaux dont les éléments ont été métamorphisés, après leur plissement, par la roche éruptive, comme c'est le cas dans la région du Sidobre. La dépression de la vallée du Tarn présenterait donc une structure en éventail, les plis s'étant déversés sur ses bords nord et sud.

Ces plissements sont antérieurs au Stéphanien, puisque les dépôts houillers de Réquista et de Carmaux reposent en discordance de stratification sur une partie des plis isoclinaux du bord septentrional de la dépression de la vallée du Tarn.

MÉTÉOROLOGIE. — *Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère.* Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

J'ai déjà indiqué dans des Notes précédentes quelques caractères généraux de la température au-dessus de 10^{km}; mais, pour étudier les phénomènes journaliers de haute atmosphère, nous avons procédé depuis trois ans dans

toutes les saisons à des lancers de ballons, groupés par séries quotidiennes de 8 à 12 jours.

Ces séries sont aujourd'hui assez nombreuses et leurs résultats assez concordants pour que je me permette de les communiquer à l'Académie.

Le premier fait qui frappe les yeux en voyant le tracé des isothermes quotidiennes, c'est la différence qui existe entre la forme ou la marche des isothermes : 1° dans la partie moyenne de 3^{km} à 9^{km} ou 10^{km}; 2° dans les régions inférieures, jusqu'à 2^{km} et 3^{km}; 3° au-dessus de 10^{km} dans la haute atmosphère.

Dans la partie moyenne, les isothermes sont sensiblement parallèles et d'un jour à l'autre leur changement se borne à s'espacer ou se resserrer dans des limites assez restreintes, mais on n'y rencontre pas de courbes fermées. Dans les parties inférieures, en laissant même de côté 300 ou 400 premiers mètres qui sont sous la dépendance directe du sol, on voit que les isothermes présentent des inflexions nombreuses et souvent des courbes fermées correspondant à des inversions, la distance entre les isothermes variant souvent du simple au triple.

Dans la haute atmosphère, on retrouve, avec une intensité encore bien plus grande, l'irrégularité dans la distribution de température qui s'observe déjà dans les régions basses.

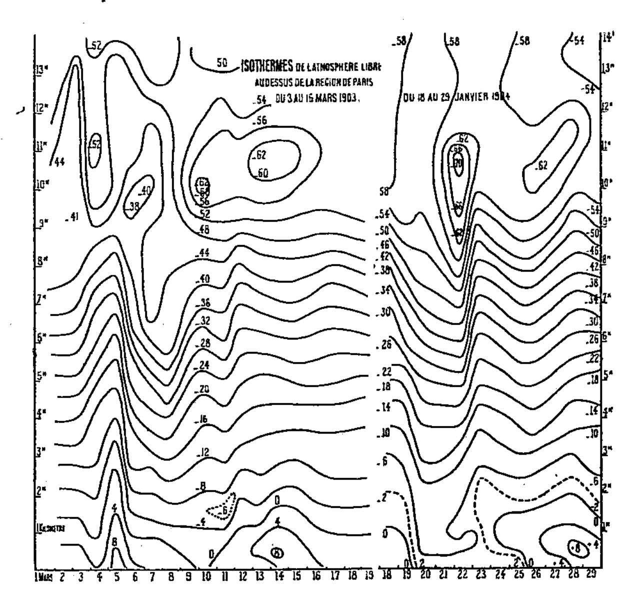
En arrivant à la zone que j'ai appelée *zone isotherme* on observe l'arrêt à peu près complet du décroissement de la température qui se produit presque brusquement dans la plupart des cas; mais, d'une part, cet arrêt a lieu à des hauteurs variables et, de l'autre, la valeur absolue de la température change aussi sensiblement d'un jour à l'autre, en sorte que le tracé des lignes isothermes de plusieurs jours consécutifs présente une assez grande complication et un caractère particulier assez tranché pour qu'à première vue et sans examen des cotes barométriques, on ne puisse pas confondre un système d'isothermes de cette région avec les isothermes de la portion moyenne de l'atmosphère.

A une hauteur donnée, par exemple 11^{km}, tantôt la décroissance de la température est rapide ou nulle, tantôt elle est remplacée par une augmentation de température qui rappelle les inversions des couches basses. C'est dans cette zone qu'on peut voir des isothermes s'élevant à peu près verticalement sur une hauteur de 3^{km} ou 4^{km}.

On arrive ainsi à constater avec quelque étonnement que loin du sol, qui a été considéré jusqu'ici comme le grand modificateur de la température de l'air, la température, à quelques jours d'intervalle, peut présenter des

écarts équivalents et même supérieurs à ceux qu'offre la température à une même heure près du sol et dans le même intervalle de temps.

Les isothermes reproduites ci-dessous montrent les caractères différents



des trois zones dont nous avons parlé; nous y joignons quelques chiffres qui rendent ces faits indéniables.

Différences de température entre deux ascensions.

		Départ.		
		h	°	° km
1901	26 février-12 mars........	0,9	— 2,1 à 6^{km}	20 à 12
1902	16 février-19 juin.........	7,3	13 »	—14 à 11,5
»	20 février-24 nov.	3,9	13 »	—20 à 11,8
»	12 février-17 déc..........	15,5	8,5 »	—20 à 12
1903	1 février- 5 janvier.......	11	15 »	—14 à 12,7
»	9 février-12 janvier.......	— 5,5	—12,5 »	22 à 10,8
»	31 janv. - 3 février.......	0,0	— 5 »	10 à 11,6
»	15 janv. -17 avril.........	— 0,7	—11 »	16 à 10
»	6 janv. -10 mars..........	— 7,1	1,1 »	—21 à 10
1904	20 janv. -22 janvier.......	2,2	— 4 »	—16 à 10,5
»	5 janv. -13 avril.........	4	2 »	14 à 11,5
»	15 janv. -18 avril.........	— 3	— 8,5 »	19 à 11
»	14 janv. -16 mai..........	— 2,5	3 »	11 à 12

Je n'ai pas besoin d'insister sur l'étrangeté de ces résultats si on les juge avec les idées reçues jusque dans ces dernières années, mais ces phénomènes paraissent moins extraordinaires si l'on suppose que *la zone où la tem-*

perature cesse de descendre forme la limite de la partie de l'atmosphère où les mouvements à composante verticale intense se produisent. Alors on peut comprendre que, plus les phénomènes qui comportent des courants à composante verticale, tels que les cyclones ou anticyclones, ont une grande épaisseur, plus le régime des isothermes systématiquement décroissantes s'étend en hauteur, plus aussi la température continuant à diminuer peut atteindre des valeurs basses; et l'on conçoit alors que les isothermes de la haute atmosphère présentent des variations importantes.

Il y a plusieurs années que cette conception s'est présentée à mon esprit et que j'ai cherché à la vérifier. Jusqu'ici tous les faits observés ont donné raison à cette hypothèse. Je citerai les vérifications suivantes :

On sait que dans les régions basses l'air sort des maxima barométriques, ces phénomènes s'alimentant à des hauteurs variables suivant les circonstances, ce que montrent très bien et la marche des nuages et celle des ballons-sondes. Dès que l'air commence à descendre dans le maximum, il doit se produire un échauffement par compression; l'endroit où l'air qui s'est élevé dans les dépressions ou autrement commence à redescendre doit être le point où sur une même veine fluide la température est la plus basse. Or, justement, nous remarquons que les températures les plus froides s'observent à une certaine distance des dépressions barométriques et au voisinage du centre des hautes pressions : ces températures ne sont pas symétriquement distribuées par rapport aux dépressions, mais se rencontrent surtout à l'avant. Nous savons d'autre part, par les cirrus et par la marche des ballons-sondes, que les mouvements aériens commandés par les dépressions s'étendent bien plus haut à l'avant qu'à l'arrière des dépressions.

Ainsi nous observons que les températures les plus froides se placent justement là où les mouvements ascendants atteignent les couches les plus élevées et que la zone isotherme se rapproche du sol dans les régions où l'air supérieur n'est pas manifestement animé de mouvements à grandes composantes verticales.

M. A. **Blot** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 12 décembre 1903, dont le dépôt a été accepté par l'Académie le 14 décembre 1903 et qui a été inscrit sous le n° 6767.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Président.

Il contient un *Mémoire sur l'Aviation mécanique.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 JANVIER 1905.
(Suite.)

Die Ermittlung des richtigen elektrodynamischen Elementargesetzes auf Grund allgemein anerkannter Thatsachen und auf dem Wege einfacher Anschauung, von FRANZ KERNTLER. Budapest, 1905; 1 fasc. in-8°.

The Scottish national antarctic Expedition; Second antarctic voyage of the « Scotia », by J.-H. HARVEY PIRIE and R.-N. RUDMOSE BROWN; with map and illustrations. Edimbourg, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Geografia fisica y esferica de las provincias del Paraguay y Missiones Guaranies, por Don FÉLIX DE AZARA; bibliografia, prologo y anotaciones por R. SCHULLER. (*Anales del Museo nacional de Montevideo.* Seccion historico-filosofica. tomo I.) Montevideo, 1904; 1 vol. in-8°.

Anuario del Observatorio astronomico nacional de Tacubaya, para el ano de 1905, ano XXV. Mexico, 1904; 1 vol. in-12.

Boletim mensal do Observatorio do Rio de Janeiro, janeiro a junho de 1904. Rio Janeiro, Imprimerie nationale, 1904; 1 fasc. in-8°.

The astrophysical Journal, an international Review of Spectroscopy and astronomical Physics, edited by GEORGE-E. HALE and EDWIN-B. FROST; vol. XXI, number 1, january 1905. Chicago; 1 fasc. in-8°.

Publications of the Yerkes Observatory of the University of Chicago; vol. II. Chicago, 1904; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College; vol. XXXI. *The panamic deep sea Echini,* by ALEXANDER AGASSIZ. Cambridge, États-Unis, 1904; texte et planches, 2 vol. in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCXCVIII, 1901, seria quinta : *Memorie della Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. IV. Rome, 1904; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 FÉVRIER 1904.

Les bases de la Météorologie dynamique; historique, état de nos connaissances, par H.-HILDEBRAND HILDEBRANDSSON et LÉON TEISSERENC DE BORT; 7e livraison. Paris, Gauthier-Villars 1904; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart. Hommage des auteurs.)

Les centres nerveux, physiopathologie clinique, par J. GRASSET; avec 60 figures et 26 tableaux. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Annales scientifiques de l'École normale supérieure, publiées sous les auspices du

Ministre de l'Instruction publique, par un Comité de rédaction composé des Maîtres de Conférences de l'École; 3e série, t. XXII, année 1905, n° 1, janvier. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : E. Mascart, Membre de l'Institut; 46e année, nos 1-31, janvier 1905. Paris; 31 feuilles in-4°.

Ville de Paris. *Annales de l'Observatoire municipal* (*Observatoire de Montsouris*), publiées trimestriellement sous la direction des Chefs de service; t. V, année 1904, 3e fasc. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut Pasteur; 18e année, t. XVIII, n° 1, 25 janvier 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société entomologique de France; 1905, n° 1. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

L'Électrochimie, revue mensuelle des Sciences et de l'Industrie; actualités scientifiques, radiologie médicale. Directeur : Adolphe Minet; 11e année, n° 1, janvier 1905. Paris; 1 fasc. in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier; paraissant le 15 et le 30 de chaque mois; 16e année, nos 1 et 2, janvier 1905. Paris, Armand Colin; 2 fasc. in-4°.

The proper motions of the Hyades, derived from plates prepared by prof. Anders Donner, measured and discussed by prof. J.-C. Kapteyn and W. de Sitter; *Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen,* n° 14. Groningue, 1904; 1 fasc. in-4°.

Ueber die elastische Nachwirkung bei Aneroid-Barographen, v. Elmar Rosenthal. (Extr. du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 5e série, t. XIX, n° 3, octobre 1903.) 1 fasc. in-4°.

(*A suivre.*)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

- *Agen* .... Ferran frères.
- *Alger* .... Chaix. Jourdan, Ruff.
- *Amiens* .... Courtin-Hecquet.
- *Angers* .... Germain et Grassin. Gastineau.
- *Bayonne* .... Jérôme.
- *Besançon* .... Régnier.
- *Bordeaux* .... Feret. Laurens. Muller (G.)
- *Bourges* .... Renaud.
- *Brest* .... Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
- *Caen* .... Jouan.
- *Chambéry* .... Perrin.
- *Cherbourg* .... Henry. Marguerie.
- *Clermont-Ferr* .. Juliot. Bouy.
- *Dijon* .... Nourry. Ratel. Rey.
- *Douai* .... Lauverjat. Degez.
- *Grenoble* .... Drevet. Gratier et Cie.
- *La Rochelle* ..... Foucher.
- *Le Havre* .... Bourdignon. Dombre.
- *Lille* .... Thorez. Quarré.
- *Lorient* .... Baumal. Mme Texier.
- *Lyon* .... Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
- *Marseille* .... Ruat.
- *Montpellier* ..... Valat. Coulet et fils.
- *Moulins* .... Martial Place.
- *Nancy* .... Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
- *Nantes* .... Guist'hau. Veloppé.
- *Nice* .... Barma. Appy.
- *Nîmes* .... Thibaud.
- *Orléans* .... Loddé.
- *Poitiers* .... Blanchier. Lévrier.
- *Rennes* .... Plihon et Hervé.
- *Rochefort* .... Girard (Mlles).
- *Rouen* .... Langlois. Lestringant.
- *St-Étienne* ...... Chevalier.
- *Toulon* .... Ponteil-Burles. Rumèbe.
- *Toulouse* .... Gimet. Privat.
- *Tours* .... Boisselier. Péricat. Suppligeon.
- *Valenciennes* .... Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

- *Amsterdam* .... Feikema Caarelsen et Cie.
- *Athènes* .... Beck.
- *Barcelone* .... Verdaguer.
- *Berlin* .... Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
- *Berne* .... Schmid Francke.
- *Bologne* .... Zanichelli.
- *Bruxelles* .... Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
- *Bucharest* .... Sotchek et Ce. Alcalay.
- *Budapest* .... Kilian.
- *Cambridge* .... Deighton, Bell et Co.
- *Christiania* ..... Cammermeyer.
- *Constantinople* .. Otto Keil.
- *Copenhague* ...... Höst et fils.
- *Florence* .... Seeber.
- *Gand* .... Hoste.
- *Gênes* .... Beuf.
- *Genève* .... Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* .... Benda. Payot et Cie.
- *Leipzig* .... Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
- *Liège* .... Desoer. Gnusé.
- *Londres* .... Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
- *Luxembourg* ...... V. Bück.
- *Madrid* .... Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
- *Milan* .... Bocca frères. Hœpli.
- *Moscou* .... Tastevin.
- *Naples* .... Marghieri di Gius. Pellerano.
- *New-York* .... Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
- *Odessa* .... Rousseau.
- *Oxford* .... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Reber.
- *Porto* .... Magalhaès et Moniz.
- *Prague* .... Rivnac.
- *Rio-Janeiro* ..... Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères. Loescher et Cie.
- *Rotterdam* .... Kramers et fils.
- *Stockholm* .... Nordiska Boghandel
- *St-Pétersbourg* .. Zinserling. Wolff.
- *Turin* .... Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
- *Varsovie* .... Gebethner et Wolff.
- *Vérone* .... Drucker.
- *Vienne* .... Frick. Gerold et Cie.
- *Zürich* .... Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 7.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 13 février 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. J. BOUSSINESQ. — Sur l'existence d'un ellipsoïde d'absorption dans tout cristal translucide, même sans plan de symétrie ni axe principal........................... 401

M. HENRI MOISSAN. — Étude du siliciure de carbone de la météorite de Cañon Diablo. 405

MM. HENRI MOISSAN et CHAVANNES. — Sur quelques constantes du méthane pur et sur l'action du méthane solide sur le fluor liquide.......................... 407

M. A. LACROIX. — Les roches éruptives basiques de la Guinée française............ 410

M. A. LAUSSEDAT. — Sur une carte topographique d'une assez grande étendue levée en très peu de temps à l'aide de la Photographie................................ 413

M. GUIGNARD fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : « Centenaire de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903 »............ 418

M. HENRI MOISSAN fait hommage à l'Académie de deux nouveaux fascicules du « Traité de Chimie minérale » publié sous sa direction.................................. 419

M. G. DARBOUX présente le Volume XII des « Atti del Congresso internazionale di Scienze storiche (Roma, 1-9 aprile 1903) ». 419

CORRESPONDANCE.

M. J. GUILLAUME. — Observation de la comète Borrelly (1904 *e*) faites à l'équatorial Brunner ($0^m,16$) de l'Observatoire de Lyon.............................. 420

M. J. GUILLAUME. — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de $0^m,16$) pendant le quatrième trimestre de 1904......................... 420

M. A. HANSKY. — Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc. 422

M. HADAMARD. — Sur les équations linéaires aux dérivées partielles............. 425

M. MAURICE FOUCHÉ. — Sur la déviation des graves.. 427

M. L. HOULLEVIGUE. — Épaisseur des lames transparentes de fer.................... 428

M. CHARLES NORDMANN. — Enregistreur à écoulement liquide de l'ionisation atmosphérique.. 430

MM. CH.-EUG. GUYE et P. DENSO. — Sur la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action d'un champ électrostatique tournant de fréquence élevée................. 433

M. A. CONDUCHÉ. — Sur une nouvelle réaction des aldéhydes et l'isomérie de leurs oxydes.. 434

M. LESPIEAU. — Action de l'acide cyanhydrique sur l'épiéthyline.................. 436

MM. L. BOUVEAULT et A. WAHL. — Sur la non-existence de deux dioximidobutyrates d'éthyle stéréoisomères...................... 438

M. EUGÈNE ROUX. — Sur la transformation de l'amylocellulose en amidon 440

MM. ANDRÉ BROCHET et JOSEPH PETIT. — Sur l'électrolyse d'acides organiques au moyen du courant alternatif............ 442

M. E. JUNGFLEISCH. — Sur la phosphorescence du phosphore.................... 444

M. FREDÉRIC WALLERANT. — Sur l'isodimorphisme.. 447

M. H. ARSANDAUX. — Sur l'extension des roches alcalines dans le bassin de l'Aouache. 449

M. HENRI JUMELLE. — Deux *Dalbergia* à palissandre de Madagascar................ 451

M. PAUL DOP. — Sur la biologie des Saprolégniées................................ 454

MM. EUG. CHARABOT et ALEX. HÉBERT. — Consommation de matières odorantes chez la plante étiolée.............................. 455

M. PAUL HALLEZ. — *Bougainvillia fruticosa* All. est le facies d'eau agitée du *Bougainvillia ramosa* Van Ben.................. 457

M. J. TISSOT. — Recherches expérimentales sur les relations entre la pression artérielle et les doses de chloroforme absorbées; l'examen continu de la pression artérielle permet d'éviter sûrement tous les accidents de l'anesthésie chloroformique, quel que soit le procédé de chloroformisation employé.. 459

MM. A. MOUTIER et A. CHALLAMEL. — Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.................. 462

M. MAURICE MENDELSSOHN. — De l'action du radium sur la torpille (*Torpedo marmorata*).. 463

M. JULES BERGERON. — Sur la tectonique de la région située au nord de la Montagne Noire. 466

M. L. TEISSERENC DE BORT. — Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère.. 467

M. A. BLOT. — Ouverture d'un pli cacheté, contenant un « Mémoire sur l'Aviation mécanique ».. 470

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.. 471

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 8 (20 Février 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 FÉVRIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905*; *par M.* G. Bigourdan.

Lorsque cette éclipse a commencé (¹), le ciel était presque entièrement couvert, et il est resté couvert ou très brumeux jusqu'à 7 heures.

La brume a ensuite diminué peu à peu, mais dans la lunette (²) la limite de l'ombre était extrêmement vague, et les détails de la surface lunaire étaient très peu visibles.

A partir de $7^h 50^m$ le ciel a été assez pur et l'on a pu faire les observations suivantes où les heures, comme les précédentes, sont données en temps moyen de Paris :

h m s 7.51.50	la limite de l'ombre est tangente au premier bord de *Plato*.
7.53.35	la limite de l'ombre est tangente au second bord de *Plato*.

Longueurs de la corde de la partie éclipsée.

h m s 8. 8.46	13′.11″
8.10.32	11.41
8.11.54	9.55
8.13.42	7.11

(¹) Heures calculées, d'après la *Connaissance des Temps :*

Entrée dans l'ombre.................	h m 6. 3,1
Sortie de l'ombre....................	8.16,0

(²) Équatorial de la tour de l'Ouest.

A $8^h 15^m 10^s$ on voit encore une trace d'assombrissement sur le bord de la Lune, au point où l'ombre vient de disparaître; cela est peut-être dû déjà à la pénombre. Cette heure paraît être celle de la sortie de l'ombre.

A l'œil nu, cet assombrissement était plus visible, et il se voyait encore à $8^h 25^m$. On a même cru l'entrevoir jusqu'à $8^h 50^m$, mais ce n'est pas certain.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de synthèse de dérivés alcoylés de certains alcools cycliques saturés. Préparation d'homologues du menthol.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March**.

L'un de nous [1] a montré, il y a quelques années, que lorsqu'on fait agir, à une température de 200°, des alcoolates de sodium sur le camphre, on n'obtient, dans le cas de l'éthylate de sodium, rien que du bornéol et de l'isobornéol, tandis que, si l'on opère avec des propylate, isobutylate et amylate de sodium, il se forme, outre ce mélange de camphols [2], des huiles dont la composition est intermédiaire entre celle des camphres et celle des bornéols alcoylés :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.C^nH^{2n+1}\\ |\\ CO\end{array}\right. ,\qquad C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.C^nH^{2n+1}\\ |\\ CH-OH\end{array}\right. .$$

Opère-t-on avec du benzylate de sodium [3], à une température de 220°-225°, on obtient, avec un excellent rendement, du benzylcamphre, accompagné d'un produit huileux, qui est sans doute du benzylbornéol, et du benzoate de sodium. Ce benzylcamphre a été identifié avec celui préparé par d'autres voies, notammment par réduction du benzylidène-camphre et dans l'action du chlorure de benzyle sur le camphre sodé.

Nous nous sommes proposé d'étendre cette réaction à d'autres cétones cycliques renfermant le complexe $\left\langle\begin{array}{l}CH^2\\ |\\ CO\end{array}\right.$, notamment à la β-méthylcyclohexanone, dans le but d'obtenir, par une nouvelle méthode, les homologues de la menthone que l'un de nous a récemment décrits.

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXII, 1891, p. 1490.

(2) L'étude de ces huiles a été reprise en collaboration avec M. Minguin et fera l'objet d'une prochaine Communication.

(3) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 127.

A 220°-225°, en autoclave, les alcools sodés réagissent, en effet, sur la β-méthylcyclohexanone, mais, contrairement à notre attente, c'est l'alcool alcoylé correspondant qui prend naissance, et non la cétone alcoylée. La β-méthylcyclohexanone échappe d'ailleurs en partie à l'alcoylation, par suite de sa réduction en β-méthylcyclohexanol, ce qui diminue considérablement les rendements. Ces derniers, assez faibles pour les premiers termes des alcools de la série grasse, augmentent cependant avec le poids moléculaire de l'alcool. Nous avions déjà fait la même remarque dans notre étude sur l'action des alcoolates sur le camphre.

On retrouve également dans les solutions aqueuses les acides correspondant aux alcools employés, de sorte que la réaction peut s'exprimer :

$$2\left\{\begin{array}{ccc} & CH^3 & \\ & | & \\ & CH^{(1)} & \\ H^2C^{(6)} & & {}^{(2)}CH^2 \\ | & & | \\ H^2C^{(5)} & & {}^{(3)}CO \\ & CH^2{}^{(4)} & \end{array}\right. + R.CH^2ONa + R.CH^2OH = \begin{array}{ccc} & CH^3 & \\ & | & \\ & CH & \\ CH^2 & & CH^2 \\ | & & | \\ CH^2 & & CHOH \\ & CH & \\ & | & \\ & CH^2-R & \end{array} + \begin{array}{ccc} & CH^3 & \\ & | & \\ & CH & \\ CH^2 & & CH^2 \\ | & & | \\ CH^2 & & CHOH \\ & CH^2 & \end{array} + R.COONa.$$

L'alcoylation ne s'arrête pas à une monosubstitution. On a réussi, dans certains cas, celui de l'alcool benzylique par exemple, à isoler le dérivé dialcoylé, mais avec les alcools de la série grasse la séparation de ce composé est rendue plus difficile par la présence des produits de la polymérisation de la β-méthylcyclohexanone sous l'influence des alcalis.

Quant à la fixation du radical de l'alcool, elle se produit sur l'atome de carbone en position (4 ou ε) de la β-méthylcyclohexanone. L'un de nous a en effet récemment montré, et par la synthèse des homologues de la menthone (¹), et par celle de la menthone elle-même (²), que telle est la constitution des alcoylcyclohexanones méthylées, obtenues par l'action des iodures alcooliques sur la β-méthylcyclohexanone sodée par l'amidure de sodium. Toutes ces alcoylméthylhexanones fournissent, par réduction, des alcools identiques avec ceux préparés par la méthode des alcoolates.

Action de l'alcool propylique sodé. Méthyl-1-propyl-4-cyclohexanol-3. — On a chauffé en autoclave, à 215°-220°, pendant 12 heures, un mélange de 112g (1^{mol}) de β-méthylcyclohexanone provenant de la pulégone

(¹) A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 127.
(²) A. HALLER et C. MARTINE, *Ibid.*, p. 130.

($[\alpha]_D = -12°24'$), avec du propylate de sodium, obtenu en dissolvant 23g de sodium dans 250g d'alcool propylique. A l'ouverture de l'autoclave on ne constate qu'un faible dégagement gazeux. On traite par l'eau et on extrait avec de l'éther. Après avoir été desséchée sur du carbonate de potasse anhydre, la solution éthérée est distillée à la pression ordinaire pour chasser l'éther et l'alcool propylique en excès. L'huile restante est finalement rectifiée dans le vide. Une première fraction, constituée principalement par du β-méthylhexanol mélangé d'un peu de cétone, passe entre 75° et 90° sous 20mm de pression, puis la température s'élève rapidement jusqu'à 105°. On obtient une fraction assez abondante de 105° à 115°, surtout entre 107° et 110°. Le thermomètre monte ensuite peu à peu jusqu'à 250°; il passe alors un liquide jaune, très épais et il reste dans le ballon une masse résineuse assez abondante.

La portion passant de 75° à 90° a été traitée par de l'anhydride phtalique à une température de 140° et le phtalate acide, qui a pris naissance, a fourni par saponification avec les alcalis un liquide distillant en majeure partie à 78°-79° sous 16mm. C'est du β-méthylcyclohexanol, comme l'analyse et son identification avec le β-méthylcyclohexanol obtenu par réduction directe de la méthylcyclohexanone le démontrent.

Nous avons en effet préparé l'hexanol en traitant cette cétone par du sodium et l'alcool absolu. Bien que le point d'ébullition du corps ainsi obtenu coïncide avec celui de l'hexanol isolé comme produit secondaire dans notre réaction, nous avons cru devoir pousser l'identification plus loin et préparer la phényluréthane correspondant à chacun de ces alcools. Ce dérivé s'obtient en abandonnant la solution des β-méthylhexanols dans la ligroïne avec de l'isocyanate de phényle. La phényluréthane ne tarde pas à cristalliser. On la purifie en la soumettant à une série de cristallisations dans l'éther de pétrole et l'alcool. Elle se présente sous la forme de prismes blancs solubles dans la plupart des dissolvants organiques.

Nous résumons dans le Tableau suivant les constantes physiques des deux hexanols et de leurs phényluréthanes :

	P. d'ébullition.	P. de fusion.	P. rot. $[\alpha]_D$.
β-méthylcyclohexanol (obtenu comme produit secondaire)........	78°-79° sous 16mm		−4°.45′
Phényluréthane correspondante......		116°-117°	−17.43 (1)
β-méthylcyclohexanol (par réduction de l'hexanone)..................	81°-82° sous 18mm		−4.45
Phényluréthane correspondante......		116°-117°	»

(1) Solution dans l'alcool absolu. En solution benzénique $[\alpha]_D = -26°22'$.

Nous devons ajouter qu'on connaît déjà une phényluréthane d'un méthylcyclohexanol préparée par M. Knœvenagel [1] avec son alcool de synthèse, par conséquent avec un alcool inactif. Son point de fusion est 91°.

La fraction 105°-115° sous 20mm, soumise à une nouvelle rectification, peut être séparée en deux portions principales : l'une bouillant à 111°-113° sous 23mm et l'autre à 113°-116° sous la même pression. Ces liquides ne se solidifient point par refroidissement avec un mélange de glace et de sel. L'analyse de la fraction 111°-113° donne des nombres correspondant au *1-méthyl-4-propylcyclohexanol-3* ou *β-méthyl-ε-propylcyclohexanol.*

C'est un liquide assez mobile, incolore, d'odeur rappelant celle du menthol dont il est isomère. Sa densité $D_4^0 = 0{,}9105$ et $D_4^{19} = 0{,}8976$. Son pouvoir rotatoire $\alpha = -8°10'$ pour $l = 0{,}5$ et $t = 19°$, d'où $[\alpha]_D = -18°$.

Il fournit, avec l'isocyanate de phényle en présence d'éther de pétrole, une phényluréthane assez soluble dans cet éther bouillant et cristallisant par refroidissement en longues et fines aiguilles fusibles à 108°-109°. On obtient la même phényluréthane fondant à 108°-109° quand on traite par l'isocyanate le produit de réduction de la β-méthyl-ε-propylhexanone obtenue précédemment par l'un de nous [2].

Il convient d'ajouter que, avec les deux alcools, cette phényluréthane cristalline se forme toujours en assez faible quantité et qu'elle est accompagnée d'une huile épaisse, incristallisable, constituant sans doute des phényluréthanes de stéréoisomères.

La portion 113°-116° sous 23mm, moins pure, a été chauffée avec de l'anhydride acétique pendant 2 heures et a fourni un liquide d'odeur agréable, différant de celle de l'acétate de menthyle, et dont il est l'isomère. Il bout à 227°-230°.

Action de l'alcool isobutylique sode sur $C^7H^{12}O$. *1-méthyl-4-isobutylhexanol-3.* $C^{11}H^{22}O$. — On a opéré comme avec l'alcool propylique sodé et obtenu : 1° un produit passant de 70° à 95°, sous 16mm, principalement composé de β-méthylcyclohexanol qu'on a caractérisé par sa phényluréthane fusible à 116°-117°; 2° un liquide peu abondant distillant de 95° à 108° sous 16mm; 3° un composé, passant de 108° à 120° sous la même pression, et qui se solidifie quand on le refroidit à 0°; 4° un produit ne présentant pas de point d'ébullition constant et qui passe de 120° à 150° sous 16mm. Les cristaux que laisse déposer la portion n° 3, purifiés par une série

(1) KNŒVENAGEL, *Ann. der Chemie*, t. CCXCVII, p. 153.
(2) A. HALLER, *loc. cit.*

de cristallisations dans l'éther et dans l'éther de pétrole, se présentent sous la forme de fines aiguilles, d'odeur agréable rappelant celle du menthol et fondant à 68°-69° sur le mercure.

Son poids moléculaire déterminé par la cryoscopie dans le benzène a été trouvé M = 172,4. Calculé pour $C^{11}H^{22}O$: M = 170.

Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = -70°22'$.

La phényluréthane $C^{18}H^{27}NO^2$ cristallise en longues aiguilles fondant à 77°.

Par sa composition et son point de fusion, cet alcool est donc identique avec celui préparé récemment par l'un de nous. Le pouvoir rotatoire de ce dernier $[\alpha]_D = -66°49'$ est toutefois de quelques degrés inférieur à celui obtenu par l'isobutylate.

Comme le montrent les analyses que nous avons faites, la partie liquide qui baigne les cristaux du *1-méthyl-4-isobutylcyclohexanol-3*, qu'elle provienne du produit étudié dans cette Note ou de l'alcool décrit antérieurement, est constituée par des isomères stéréochimiques. Ce liquide redistillé sur du sodium bout de 110° à 111° sous 16^{mm} et possède, suivant l'échantillon, un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -18°8'$ à $-22°11'$.

Action de l'alcool amylique sodé (¹). *1-méthyl-4-isoamylcyclohexanol-3* : $C^{12}H^{24}O$. — L'isoamylate de sodium se comporte comme les alcoolates précédents, quand on le chauffe avec de la β-méthylcyclohexanone. Après deux fractionnements du produit de la réaction, on peut isoler, outre une certaine quantité de β-méthylcyclohexanol, un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 137° sous 23-24^{mm} et qui a la composition $C^{12}H^{24}O$. Sa densité $D_4^0 = 0,9000$, $D_4^{20} = 0,8909$. Son pouvoir rotatoire

$$[\alpha] = -24°28'.$$

On a traité ce liquide par l'isocyanate de phényle. Il se forme une huile épaisse qui n'a point cristallisé.

En résumé, dans les conditions où nous avons opéré, les dérivés sodés des alcools primaires propylique, isobutylique, isoamylique, agissent tout à la fois comme réducteurs et substituants sur la β-méthylcyclohexanone et fournissent des homologues et isomères du menthol, identiques avec les méthylalcoylhexanols obtenus par réduction des méthylalcoylhexanones synthétiques. Question de rendement à part, ce nouveau procédé présente

(¹) L'alcool amylique employé est de l'alcool du commerce, et partant un mélange d'alcool actif et d'alcool isoamylique.

sur l'ancien l'avantage de fournir ces alcools en une seule opération, alors que ce dernier en nécessite deux successives.

Nous nous proposons d'étendre cette étude non seulement à d'autres cétones cycliques mais encore à des cétones aliphatiques.

ZOOLOGIE. — *Sur les Palinurides et les Eryonides recueillis dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les nombreux exemplaires de Palinurides et d'Éryonides recueillis dans l'Atlantique oriental par le *Travailleur*, le *Talisman*, l'*Hirondelle* et la *Princesse-Alice* se distribuent entre 16 espèces, dont 7 appartiennent au groupe subcôtier des Palinurides, et 9 à la famille des Eryonides, c'est-à-dire à des Macroures qui se tiennent dans les abysses ou entre deux eaux et qui sont toujours aveugles. Il ne sera pas sans intérêt de jeter un coup d'œil rapide sur les espèces de ces deux groupes.

1° *Palinurides.* — La famille des Palinurides comprend elle-même deux tribus : les Palinuriens ou Langoustes et les Scyllariens ou Palinurides à antennes courtes et larges.

Abstraction faite de la Langouste commune, les Palinuriens sont représentés par deux exemplaires seulement : un spécimen très normal de la Langouste du Cap-Vert (*Palinurus regius* Br. Cap.) et le type d'une espèce nouvelle appartenant au genre *Puer* Ortm. Ce dernier genre constitue un groupe tout spécial dans la tribu des Palinuriens; représenté jusqu'ici par trois espèces indo-pacifiques dont les types uniques sont immatures et ne dépassent pas 36^{mm}, il semble ne renfermer que des Langoustes rares et de très petite taille. L'espèce nouvelle n'est pas faite pour modifier cette conception du genre, mais elle offre un intérêt propre, parce qu'on la trouve dans l'Atlantique, où le genre *Puer* n'avait pas encore été signalé; pour cette raison, je crois devoir lui attribuer le nom de *Puer atlanticus*. L'unique représentant de cette espèce a été capturé par la *Princesse-Alice* aux îles du Cap-Vert; très voisin du *P. spiniger* Ortm. recueilli par M. Richard Semon à Amboine, il s'en distingue essentiellement par la présence d'un exopodite rudimentaire sur les pattes-mâchoires postérieures. Sa longueur, sans les antennes, est de 20^{mm}.

Les Scyllariens sont représentés par quelques grands *Scyllarus latus* Latr., par de nombreux *Arctus arctus* L., par plusieurs *Arctus pygmæus* S. B.

recueillis aux Canaries où l'espèce fut découverte durant les campagnes du *Challenger*, enfin par le type unique d'une espèce nouvelle à laquelle on peut donner le nom d'*Arctus crenulatus* à cause des carènes très crénelées qui ornent sa carapace. L'*Arctus crenulatus* provient de Porto-Santo (Madère), où la *Princesse-Alice* en captura un exemplaire; c'est une forme représentative de l'*A. depressus* Smith qui habite la région subcôtière de l'Atlantique aux États-Unis. Il ressemble à cette dernière espèce par ses ornements en saillie et par sa paire d'épines post-sternales; il s'en distingue surtout par les épimères très aigus de ses segments abdominaux 3, 4 et 5.

Abstraction faite de cette espèce, il n'y a pas d'analogies étroites entre les Palinurides propres à l'Atlantique américain et ceux de l'Atlantique oriental; ce qui tient sans doute à la distribution de ces animaux dans des zones peu profondes et à leur localisation dans des eaux chaudes ou tempérées.

2° *Eryonides.* — Tout autres sont les caractères propres de la distribution des Eryonides dans les eaux de l'Atlantique; en raison de leur localisation dans les abysses, les espèces marcheuses de la famille sont pour la plupart identiques à l'est et à l'ouest de cet Océan. C'est ainsi que les expéditions françaises et monégasques ont capturé en abondance la *Willemœsia forceps* A. M.-Edw., le *Polycheles sculptus* Smith et le *P. crucifer* W. S., primitivement signalés dans l'Atlantique américain; c'est ainsi, en outre, que le *Talisman* a recueilli, dans le golfe de Gascogne, un exemplaire du *P. debilis* Smith des États-Unis et le *Caudan* quelques spécimens du *P. nanus* Smith. J'ajoute que le *Polycheles typhlops* Heller se retrouve également, avec une grande fréquence, dans toute l'étendue des mêmes régions; très répandu dans l'Atlantique oriental où les expéditions françaises et monégasques en ont capturé de nombreux spécimens, il n'est pas moins fréquent aux Antilles où on l'avait considéré à tort comme une espèce nouvelle, sous le nom de *P. Agassizi* A. M.-Edw. (1).

Les expéditions françaises et monégasques ont pourtant capturé deux espèces de *Polycheles* dont on ne connaît jusqu'ici aucun représentant dans les eaux américaines. L'une de ces espèces nouvelles, le *P. dubius*, semble se rapprocher beaucoup du *P. validus* A. M.-Edw. des Antilles; très

(1) J'ai pu comparer les types des *P. Agassizi*, recueillis par le *Blake* avec un exemplaire de *P. typhlops* donné au Muséum par le Musée de Vienne et avec les très nombreux représentants de la même espèce, capturés par les expéditions françaises et monégasques.

répandue dans la région des Açores, elle se distingue par l'atrophie complète des carènes exogastriques, par ses carènes exocardiaques faiblement indiquées, par le bord postérieur inerme de la carapace, par la forte saillie aiguë qui limite en dedans et en dehors chaque sinus orbitaire, par les carènes obtuses et peu saillantes de ses tergiles abdominaux 4 et 5, par l'absence de tout dessin sur le tergile 6 et par le développement d'une légère saillie à la base du telson. Cette belle espèce est accompagnée par une autre, non moins robuste mais plus rare, le *P. Grimaldii* n. sp. qu'on pourrait confondre au premier abord avec le *P. sculptus*, mais qui se rapproche surtout, en réalité, du *P. andamanensis* Alc. recueilli par l'*Investigator* dans l'océan Indien. De même qu'une autre espèce indienne, le *P. Hexti* Alc., présente les affinités les plus étroites avec notre *P. typhlops*, de même le *P. Grimaldii* n'est qu'une forme européenne très peu modifiée du *P. andamanensis;* il se distingue pourtant de cette espèce par les épines moins nombreuses qui avoisinent sa région cardiaque, par le dessin mal limité de son sixième tergile abdominal, et par la forte dent aiguë qui termine en arrière ce dessin.

L'identité absolue ou la grande ressemblance que présentent, en des points fort éloignés, les Eryonides marcheurs des grands fonds, se constate également chez certaines espèces du genre *Eryonicus* dont les habitudes sont probablement tout autres. Avec leur test hyalin et leur carapace épineuse démesurément dilatée en tous sens, les *Eryonicus* ressemblent quelque peu aux larves flottantes de certaines Décapodes et doivent, comme elles, se tenir à la surface ou entre deux eaux. Or, il est curieux de constater qu'un *Eryonicus* recueilli par le *Talisman* dans l'Atlantique oriental présente une identité presque complète avec une espèce capturée par l'*Albatros* dans les eaux américaines du Pacifique. Quoique immature, le joli spécimen du *Talisman* ne mesure pas moins de 30^{mm} de longueur; il appartient à une espèce que je désignerai sous le nom d'*Eryonicus Faxoni* parce qu'il ressemble beaucoup aux exemplaires adultes recueillis par l'*Albatros* et rapportés avec doute, par M. Faxon, à l'*E. cœcus* S. B. Peut-être même y a-t-il identité absolue entre les deux formes, car c'est tout au plus si le type du *Talisman* se distingue par la présence d'une rangée de spinules exogastriques et par le développement plus fort de l'épine postérieure des tergites abdominaux.

Quoi qu'il en soit, aucune des deux formes précédentes ne saurait être rapportée à l'*Eryonicus cœcus* de Spence Bate, car elles s'en distinguent l'une et l'autre par de nombreux caractères fort importants. En identifiant

ses exemplaires avec l'*E. cœcus*, M. Faxon a certainement pensé que les différences des deux formes pouvaient être dues à des différences d'âge, le type de Spence Bate étant immature et mesurant un demi-pouce, tandis que les types de l'*Albatros* sont adultes et dépassent 60mm. Or, les pêches de la *Princesse-Alice* m'ont permis de constater que les *Eryonicus* (comme les Palinuridés, d'après les observations de M. Ortmann et les miennes propres) présentent de très bonne heure leurs caractères morphologiques définitifs. En effet, au nombre des Eryonides recueillis par le vapeur monégasque dans l'Atlantique oriental, se trouvent deux exemplaires d'*Eryonicus* qui ressemblent tout à fait à l'*E. Puritani* Lo Bianco, encore que leurs dimensions soient plus que doubles (25mm au lieu de 6mm à 10mm). On sait que cette dernière espèce n'était pas connue jusqu'ici en dehors du golfe de Naples.

En résumé, l'étude des collections réunies par les expéditions françaises et monégasques a eu pour résultats principaux : 1° de faire connaître quelques espèces nouvelles intéressantes, entre autres deux types appartenant au genre *Puer* et *Eryonicus* dont les représentants sont d'une rareté extrême; 2° d'établir que ces formes présentent de très bonne heure leurs caractères morphologiques définitifs; 3° de montrer enfin que les Eryonides et les Palinurides, malgré leurs affinités zoologiques, diffèrent beaucoup par l'étendue de leur distribution géographique qui semble dépendre étroitement de leur distribution bathymétrique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Application aux nitriles de la méthode d'hydrogénation directe par catalyse : synthèse d'amines primaires, secondaires et tertiaires.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

Ainsi que les analogies permettaient de le prévoir, notre méthode générale d'hydrogénation directe en présence du nickel réduit s'applique facilement aux nitriles forméniques. La réaction peut généralement être réalisée à température peu élevée, comprise entre 180° et 220°.

Comme par les méthodes d'hydrogénation par voie humide, on a tout d'abord production d'*amine primaire*, de même richesse carbonée que le nitrile, formée selon la réaction :

$$C^nH^{2n+1}.CN + 2H^2 = C^nH^{2n+1}.CH^2.NH^2.$$

Mais, à la température atteinte par la réaction, le nickel exerce sur

l'amine primaire une réaction secondaire semblable à celle que nous avions déjà rencontrée dans l'hydrogénation directe de l'aniline (¹) ; il y a formation d'ammoniaque et d'amine secondaire, selon la formule :

$$2(C^nH^{2n+1}.CH^2.NH^2) = NH^3 + (C^nH^{2n+1}.CH^2)^2.NH.$$

Il y a également, quoique dans une proportion plus restreinte, production d'ammoniaque et d'amine tertiaire, selon la réaction :

$$3(C^nH^{2n+1}.CH^2.NH^2) = 2NH^3 + (C^nH^{2n+1}.CH^2)^3N.$$

Ces actions secondaires sont, dans tous les cas, fort importantes, et elles tendent d'autant plus à prédominer que l'hydrogénation est conduite à température plus haute.

Avec un débit convenablement réglé du nitrile et de l'hydrogène, employé en excès notable, le nitrile est totalement transformé, et l'on condense seulement un mélange des trois amines, primaire, secondaire et tertiaire.

Dans la plupart des réactions effectuées au voisinage de 200°, l'amine secondaire a été la plus abondante, l'amine primaire et l'amine tertiaire étant obtenues à doses peu différentes.

Une autre formation doit être également signalée, bien qu'elle soit habituellement peu importante : c'est la production, par hydrogénation trop complète, d'ammoniaque et de carbure forménique :

$$C^nH^{2n+1}.CN + 3H^2 = C^nH^{2n+1}.CH^3 + NH^3.$$

Méthane-nitrile. — Les vapeurs de méthane-nitrile (acide cyanhydrique), entraînées sur le nickel par un excès d'hydrogène, ne subissent pratiquement l'hydrogénation qu'au-dessus de 250°. De 250° à 300°, la réaction se produit facilement et donne de l'ammoniaque, de la méthylamine, de la diméthylamine, de la triméthylamine, qu'on arrête toutes ensemble en faisant barboter les gaz dans un peu d'eau refroidie.

La solution incolore obtenue contient bien réellement le mélange des quatre amines : la méthylamine y est nettement indiquée de suite, par l'action successive de l'iode et de la potasse qui donnent lieu à un précipité jaune cristallin d'iodoforme. Les quatre amines, transformées exactement en chlorhydrates, peuvent être séparées par les méthodes connues.

(¹) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 457.

Éthane-nitrile. — L'éthane-nitrile, ou cyanure de méthyle, bout à 82°. Son hydrogénation, réalisée sur le nickel à 200°, fournit un dégagement important d'ammoniaque, qui entraîne de l'éthylamine et, dans un récipient refroidi, on condense un mélange :

D'éthylamine, bouillant à	18°,5
De diéthylamine, bouillant à	55,5
De triéthylamine, qui bout à	89

Le produit dominant est la diéthylamine, qui forme à peu près les $\frac{3}{5}$ du mélange; l'éthylamine et la triéthylamine se trouvaient en quantités peu différentes.

Propane-nitrile. — Le propane-nitrile, ou cyanure d'éthyle, bout à 98°. Son hydrogénation nous a donné un mélange, d'où le fractionnement a permis d'isoler :

1 partie de propylamine, bouillant à 50°;
8 à 9 parties de dipropylamine, bouillant à 110° : $d_0^0 = 0,758$;
2 parties de tripropylamine, bouillant à 156° : $d_0^0 = 0,774$.

Méthyl-2-pentane nitrile-5. — Le nitrile issu de l'action du cyanure de potassium sur l'alcool amylique ordinaire, appelé fréquemment *nitrile caproïque*, est un liquide, d'odeur affreuse, qui bout à 155°. Il subit aisément l'hydrogénation vers 200°-220°. On a condensé environ 75 parties de liquide, d'où le fractionnement a séparé :

5 parties de méthyl-2-pentane, bouillant à 62°;
8 parties d'amine primaire;
20 parties d'amine secondaire;
13 parties d'amine tertiaire.

L'amine primaire, ou *amino-5-méthyl-2-pentane*,

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - CH^2 - CH^2 - CH^2.NH^2,$$

n'avait été qu'entrevue et n'avait pas été décrite. C'est un liquide incolore d'odeur désagréable, qui est un peu soluble dans l'eau; il bleuit fortement le tournesol et attaque le liège.

Elle bout à 125° sous 762^{mm} et donne un chlorhydrate très soluble. Comme la cyclohexylamine dont la formule brute ne diffère que par H^2, elle possède la propriété de fixer l'acide carbonique de l'air humide en un carbonate blanc cristallisé en petits prismes microscopiques très allongés,

inaltérable à l'air, et qu'on prépare facilement en dirigeant un courant d'anhydride carbonique dans l'amine dissoute dans un peu d'éther aqueux.

Chauffée avec la potasse alcoolique et un peu de chloroforme, elle donne une carbylamine d'odeur repoussante.

L'oxalate neutre est bien cristallisé en longues aiguilles fines, peu solubles dans l'eau, assez solubles dans l'alcool chaud : il fond sans décomposition à 166°.

L'action de l'isocyanate de phényle transforme aisément l'amine en phényl-caprylurée

$$CO\begin{matrix}\diagup NH.C^6H^5\\ \diagdown NH.C^8H^{17}\end{matrix}$$

peu soluble dans l'eau et dans l'alcool froid, très soluble dans l'alcool chaud, qui l'abandonne en faisceaux de belles aiguilles fines blanches qui fondent à 84°.

L'amine secondaire, ou *dimétho-2-pentylamine*

$$\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH.CH^2.CH^2.CH^2\right)^2NH,$$

n'avait jamais été décrite : c'est un liquide incolore qui bout à 134° sous 35^{mm}, et à 225° sous 762^{mm}. $d_0^0 = 0,797$.

Elle est moins soluble que l'amine primaire : elle bleuit fortement le tournesol. Son odeur est désagréable. Comme la dicyclohexylamine (*loc. cit.*), elle donne avec l'acide carbonique humide un carbonate cristallisé, mais celui-ci se dissocie à l'air en régénérant l'amine liquide.

L'oxalate est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool froid, beaucoup plus soluble dans l'alcool chaud, d'où il cristallise en belles lames nacrées qui sont constituées par un feutrage de cristaux rhombiques très minces à angles presque droits; il se détruit sans fondre à 220°.

L'isocyanate de phényle donne de suite la phényldicaprylurée :

$$CO\begin{matrix}\diagup NH.C^6H^5\\ \diagdown N(C^8H^{17})^2\end{matrix}$$

qui recristallise aisément, de l'alcool chaud, en prismes obliques incolores assez volumineux, qui fondent à 104°.

L'amine tertiaire ou *trimétho-2-pentylamine*

$$\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CH.CH^2-CH^2-CH^2\right)^3N$$

est obtenue sous forme d'un liquide un peu jaunâtre, d'odeur désagréable, moins intense que celle des amines primaire et secondaire. Elle bout à 178° sous 35mm, et à 283° sous 762mm en se décomposant légèrement,

$$d_0^0 = 0,807.$$

L'oxalate cristallise en petits prismes fins peu solubles dans l'eau, plus solubles dans l'alcool. Il se détruit en fondant au-dessus de 250°.

On voit que l'hydrogénation directe des nitriles forméniques pratiquée par notre méthode permet d'obtenir régulièrement avec de bons rendements les trois amines correspondantes, primaires, secondaires, tertiaires. Or les amines secondaires et tertiaires, de teneur carbonée un peu forte, sont généralement très difficiles à obtenir pratiquement, en suivant la méthode générale d'Hoffmann. L'emploi des nitriles, hydrogénés selon notre méthode, permet de les atteindre facilement.

Les résultats sont beaucoup moins satisfaisants quand on soumet à l'hydrogénation directe sur le nickel les *nitriles aromatiques*, où la production d'un carbure et d'ammoniaque tend à devenir prépondérante. Ainsi le nitrile benzoïque, hydrogéné sur le nickel à 200°, fournit presque exclusivement du toluène et de l'ammoniaque.

M. le Secrétaire perpétuel présente le Tome II des *Œuvres de Laguerre*, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Rouché, Membres de l'Institut. Ce Tome deuxième et dernier contient les Mémoires de Laguerre consacrés à la Géométrie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Laboratoire scientifique international du Mont-Rosa. Travaux de l'année* 1903, publiés par M. A. Mosso, Directeur du Laboratoire de Physiologie du Mont-Rosa. (Présenté par M. Dastre au nom de M. A. Mosso, Correspondant de l'Institut.)

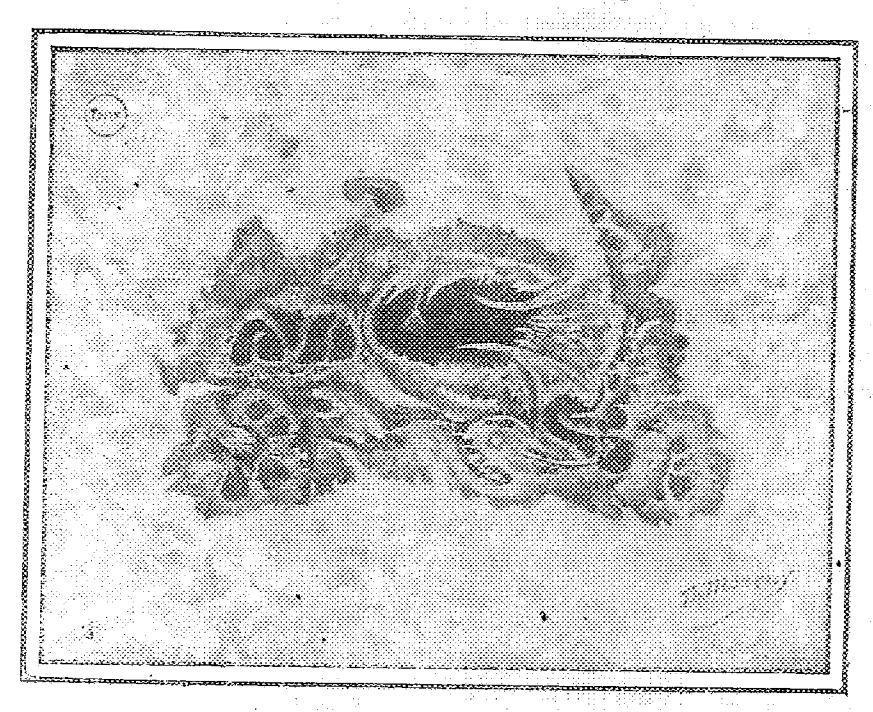
2° *Accumulateurs électriques*, par M. L. Jumau. (Présenté par M. d'Arsonval, pour le Concours du prix Gaston Planté.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La grande tache solaire de février* 1905. Note de M. TH. MOREUX, présentée par M. Deslandres.

Deux taches solaires ont été visibles à l'œil nu sur le Soleil, mais l'une d'elles a été si intéressante par sa grandeur que je crois bon de la signaler. Elle a paru offrir la plus grande surface tachée que l'on ait pu constater depuis que les astronomes font des observations à l'aide des lunettes.

Plusieurs observateurs, Herschel entre autres, ont signalé des taches visibles à l'œil nu. Depuis de longues années que je m'occupe du Soleil, j'en ai relaté un grand nombre.

A partir de 50″ une tache devient visible à l'œil nu; la dimension d'un tel objet est de 36000^{km} sur le Soleil. Or, le 2 février, la tache enregistrée avait une longueur de 180200^{km}, soit, en prenant, pour le 2 février, un diamètre solaire égal à 32′31″,46, une grandeur angulaire de 252″ ou 4′12″.



En 1898, j'avais déjà signalé et dessiné un groupe de 160000^{km}, mais son importance était minime, comparée à la tache actuelle. En raison de la grande largeur de cette dernière (102000^{km}), la surface tachée s'est élevée,

le 2 février, au chiffre de 13 milliards de kilomètres carrés. La tache occupait en longueur le huitième du diamètre solaire.

La plus grande tache que les astronomes aient mesurée a été observée en 1858. Sa plus grande dimension était de 230000^{km}, mais la surface ne couvrait que le $\frac{1}{36}$ du disque solaire, tandis que la dernière occupe environ $\frac{1}{29}$ de la même surface.

Le dessin ci-joint représente la tache observée le 3 février; elle offre plusieurs points lumineux.

Voici les positions approchées résultant des mesures effectuées à l'Observatoire de Bourges.

Les coordonnées sont rapportées au centre du noyau principal, λ étant la latitude héliocentrique et L la longitude par rapport au méridien central.

Dates.	Heures.	λ.	L.	Étendue en longitude.
Janvier 31.....	8^h	−14°	49° E	220°
Février 1.....	8	−14	36 E	»
» 2.....	14	−13	20 E	252
» 3.....	8	−14	10 E	243
» 4.....	9,30	−15	5 W	»
» 5.....	9,30	−14,5	18 W	»
» 6.....	9,15	−15,5	31,5 W	»
» 8.....	15	−17,5	48 W	»

Le passage au méridien central a dû avoir lieu le 4 vers 2^h du matin. Perturbations magnétiques le 3. Calme rétabli le 4 février d'après les renseignements communiqués par M. Th. Moureaux.

La tache s'étendait en latitude

le 2 février	de −19°	à −10°
3 »	de −18	à −11
4 »	de −20	à −10
5 »	de −18	à − 8,5
6 »	de −19	à −11
8 »	de −21	à −11

La surface tachée étant considérable, les deux noyaux ont été soumis à de grandes oscillations en latitude et la région pénombrable s'est étendue en se dissipant plus ou moins.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La série de Taylor sur le cercle de convergence.* Note de M. **Paul Dienes.**

M. Pringsheim a démontré (¹) le théorème suivant :

Étant donnée une fonction analytique

$$(1) \qquad f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$$

par son développement taylorien de rayon de convergence égal à l'unité, si la suite

$$(S) \qquad |s_0|, |s_1|, \ldots, |s_n| = |a_0 + a_1 + \ldots + a_n|, \quad \ldots$$

a pour limite l'infini, c'est-à-dire n'a pas de points limites finis ou nuls et si la différence des arguments des s_n est inférieure en valeur absolue à $\frac{\pi}{2}$, la fonction $f(x)$ devient infinie au point 1.

Nous pouvons compléter ce résultat de la manière suivante : Admettons que la suite (S) des s_n (qui seront réelles comme les a_n pour plus de simplicité) ait pour limite supérieure l'infini, mais supposons qu'elle ait aussi des points limites finis ou nuls. Ce cas étant beaucoup plus compliqué que le précédent, nous nous bornerons à supposer que les coefficients aient, en valeur absolue, une limite supérieure finie. Dans ces conditions, nous pouvons démontrer le théorème suivant :

Si, pour les s_n positifs, on a

$$(2) \qquad \overline{\lim_{n=\infty}} \frac{s_n}{n^{\frac{1}{2}}} = \infty$$

et, pour les s_n négatifs,

$$(3) \qquad \overline{\lim_{n=\infty}} |s_n| = \alpha,$$

où α est un nombre fini, *la fonction $\Sigma a_n x^n$ devient infinie au point* 1.

Nous démontrerons en effet que, dans le cas indiqué, on a

$$(4) \qquad \lim_{n=\infty} \frac{n}{s_0 + s_1 + \ldots + s_n} = \lim_{n=\infty} \frac{n}{\sigma_n} = 0$$

(¹) *Münchner Sitzungsberichte*, 1900, p. 40.

et que σ_n est positif pour n assez grand. Alors, en appliquant le théorème de M. Cesaro (¹) sur les fonctions

$$\frac{x}{(1-x)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} n x^n$$

et

$$\frac{f(x)}{(1-x)^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \sigma_n x^n,$$

nous aurons

$$\lim_{x=1} \frac{\frac{x}{(1-x)^2}}{\frac{f(x)}{(1-x)^2}} = \lim_{x=1} \frac{x}{f(x)} = \lim_{n=\infty} \frac{n}{\sigma_n} = 0,$$

c'est-à-dire nous obtiendrons le théorème énoncé. Pour établir l'égalité (4), nous procédons comme il suit. Supposons que

$$\overline{\lim_{n=\infty}} |a_n| < a < 1,$$

ce qui n'est pas une restriction nouvelle, vu que nous avons supposé cette limite supérieure finie et qu'en divisant la fonction par une constante convenable, les propriétés de la fonction resteront les mêmes. Dans la suite finie

$$s_0, s_1, \ldots, s_{n-1}, s_n$$

le nombre des termes qui sont plus grands que $n^{\frac{1}{2}}$ est au moins

$$n^{\frac{1}{2}}.\alpha_n - n^{\frac{1}{2}} = n^{\frac{1}{2}}(\alpha_n - 1)$$

si $n^{\frac{1}{2}}.\alpha_n$ est la plus grande des valeurs de $s_1, s_2, \ldots, s_n$, à cause de la petitesse des coefficients a_n qui constituent les s_n. [D'après notre hypothèse (2), $\lim_{n=\infty} \alpha_n = \infty$.] Donc quand nous formons

$$\sigma_n = s_0 + s_1 + \ldots + s_n,$$

les termes considérés tout d'abord donnent une somme supérieure ou égale à $n^{\frac{1}{2}}.n^{\frac{1}{2}}(\alpha_n - 1)$, c'est-à-dire que cette partie de σ_n devient infinie d'ordre supérieur à 1. Les autres termes positifs ne diminuent point cet

(¹) Voir, par exemple, Borel, *Leçons sur les séries à termes positifs*, p. 66.

ordre; les termes négatifs non plus, car, d'après (3), leur somme en valeur absolue est inférieure à $n\alpha$. Donc l'équation (2) est vérifiée.

Plus généralement, ayant

$$\overline{\lim_{n=\infty}} \frac{|a_n|}{n^k} = \alpha,$$

nous pouvons énoncer le théorème suivant :

Si l'on a pour les s_n négatifs

$$\overline{\lim_{p=\infty}} \frac{|s_n|}{n^k} = \mathrm{B},$$

B *étant un nombre fini ou nul, et pour les s_n positifs*

$$\overline{\lim_{n=\infty}} \frac{s_n}{n^{k+\frac{1}{2}}} = \infty,$$

la fonction représentée par $\sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$ devient infinie au point 1.

Le théorème que nous allons énoncer permet d'établir des résultats analogues dans le cas de coefficients complexes. La suite des coefficients étant

$$a_0 = \rho_0 e^{i\varphi_0}, \qquad a_1 = \rho_1 e^{i\varphi_1}, \qquad \ldots, \qquad a_n = \rho_n e^{i\varphi_n}, \qquad \ldots,$$

dont tous les termes se trouvent, au moins pour n assez grand, dans un angle du plan complexe d'ouverture plus petite que π, les deux fonctions

$$(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n,$$

$$\varphi(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \rho_n x^n$$

deviennent infinies au point 1 de la même manière, c'est-à-dire que, pour toutes les valeurs de x réelles, positives et inférieures à l'unité, on a

$$|f(x)| > \mathrm{A}\,\varphi(x),$$

A étant une constante convenable qui ne dépend pas de x.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre renfermant un paramètre.* Note de M. G. **Tzitzéica**, présentée par M. Emile Picard.

Dans une Note publiée dernièrement, j'ai appliqué la méthode de M. Picard à un problème traité par M. Mason et relatif à l'équation

$$y'' + \lambda A(x) y = 0, \tag{1}$$

$A(x)$ étant une fonction continue et positive dans l'intervalle (a, b) et λ un paramètre. Je vais indiquer maintenant comment on peut employer la même méthode pour étudier les autres problèmes résolus par M. Mason.

1. Il s'agit d'abord de *trouver la valeur de* λ *pour laquelle* (1) *a une intégrale* $y(x)$ *continue ainsi que sa dérivée première, vérifiant les conditions* $y(a) - \alpha y'(a) = 0$, $y(b) + \beta y'(b) = 0$ (α, β *des constantes positives*) *et ne s'annulant pas dans* (a, b). La méthode de M. Picard s'applique ici sans la moindre difficulté. Il suffit de remarquer que la solution de $y'' + A(x) = 0$ vérifiant les conditions précédentes est

$$y(x) = \frac{b+\beta-x}{b+\beta+\alpha-a} \int_a^x A(z)(z+\alpha-x)\,dz + \frac{x+\alpha-z}{b+\beta+\alpha-a} \times \int_x^b A(z)(b+\beta-z)\,dz,$$

et que cette intégrale est constamment positive dans (a, b). La suite des raisonnements et des calculs dans le cas où $\alpha = \beta = 0$ est précisément celle qui a été donnée par M. Picard. Dans le cas où $\alpha = \beta = \infty$, la valeur de λ correspondante est nulle; ce n'est qu'en cherchant des intégrales s'annulant un certain nombre de fois dans (a, b) que l'on trouve pour λ des valeurs différentes de zéro. D'ailleurs, dans ce dernier cas, le problème se réduit à celui que j'ai étudié dans la Note mentionnée.

2. Considérons maintenant l'équation

$$y'' + k A(x) y = 0, \tag{2}$$

où $A(x)$ est positive, périodique et a pour période $b - a$. Soit $k_1, k_2, \ldots$ la suite qui intervient dans le problème de M. Picard. Je dis qu'en général

il y a une valeur k' comprise entre k_1 et k_2 et pour laquelle (2) *admet une intégrale périodique*. Voici d'abord le principe de la démonstration.

Je considère une intégrale $u(x)$ de (2) telle que l'on ait $u(a) = u(b) = 1$, et qui dépend naturellement de k. Si je démontre que pour $k = k'$ on a $\int_a^b A(x)\,u(x)\,dx = 0$, on aura $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=a} = \left(\frac{du}{dx}\right)_{x=b}$ et l'intégrale sera périodique. Or, on a pour $k < k_3$ le développement suivant :

$$u(x) = \frac{u'}{1 - \frac{k}{k_1}} + \frac{v'}{1 - \frac{k}{k_2}} + w_0 + w_1 k + \ldots + w_n k^n + \ldots \text{ (1)};$$

alors l'intégrale $I(k) = \int_a^b A(x)\,u(x)\,dx$ pourra, pour $k = k'_1 > k_1$, mais très voisin de k_1, s'écrire

$$I(k'_1) = \frac{1}{1 - \frac{k'_1}{k_1}} \int_a^b A(x)\,u'\,dx + \ldots$$

et, pour $k = k'_2 < k_2$,

$$I(k'_2) = \frac{1}{1 - \frac{k'_2}{k_2}} \int_a^b A(x)\,v'\,dx + \ldots,$$

les termes non écrits pouvant être négligés. Il est aisé de voir que $\int_a^b A(x)\,u'\,dx > 0$ et l'on peut démontrer que $\int_a^b A(x)\,v'\,dx \geqq 0$. Dans le cas général on a $\int_a^b A(x)\,v'\,dx > 0$ et alors de $I(k'_1) < 0$, $I(k'_2) > 0$ on tire qu'il y a $I(k') = 0$ $(k_1 < k' < k_2)$; l'intégrale correspondante $u(x)$ sera périodique.

Dans le cas spécial où $\int_a^b A(x)\,v'\,dx = 0$ il y a aussi une intégrale périodique, c'est $v'(x)$, qui satisfait à l'équation (2) pour $k = k_2$.

En employant cette méthode on arrive à démontrer tous les résultats de M. Mason.

---

(1) PICARD, *Traité*, t. III, p. 128.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration approchée des équations différentielles*. Note de M. **Emile Cotton**, présentée par M. Emile Picard.

Dans la méthode d'approximations successives développée par M. Picard, et perfectionnée par M. Lindelöf, on prend pour premières valeurs approchées les valeurs initiales des intégrales. En leur substituant des fonctions satisfaisant aux mêmes conditions initiales que les solutions cherchées, on parvient à des résultats simples, que je me propose d'indiquer ici.

1. Pour abréger, restons dans le champ réel, et considérons une seule équation

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = f(x, y).$$

Soit y_1 une fonction de x satisfaisant aux conditions suivantes :

Dans un intervalle (I) $(x_0, x_0 + a, a > 0)$, cette fonction est bien définie, continue, admet une dérivée qui peut être discontinue pour des valeurs isolées de x.

De plus, dans le domaine D limité par les lignes $x = x_0$, $x = x_0 + a$, $y = y_1 - b$, $y = y_1 + b\,(b > 0)$, $f(x, y)$ est bien définie, continue, et satisfait à la condition de Lipschitz $|f(x, y) - f(x, y')| < k|y - y'|$.

Soient y_0 la valeur de y_1 pour $x = x_0$, m un nombre supérieur au module de $f(x, y) - \frac{dy_1}{dx}$ lorsque x, y reste dans D, μ un nombre supérieur au module de $f(x, y_1) - \frac{dy_1}{dx}$ lorsque x reste dans (I). Appelons h un nombre positif inférieur à a et, au plus grand des deux nombres $\frac{b}{m}$, $\frac{1}{k}\log\left(1 + \frac{kb}{\mu}\right)$.

Dans l'intervalle x_0, $x_0 + h$, il existe une intégrale Y *de l'équation* (1), *et une seule, continue, prenant pour $x = x_0$ la valeur y_0, et le module de la différence $Y - y_1$ est inférieur à $\frac{\mu}{k}[e^{k(x-x_0)} - 1]$.*

Ce résultat s'établit soit en procédant comme M. Picard et M. Lindelöf l'ont fait lorsque $y_1(x) = y_0$, soit en ramenant le cas général à ce cas particulier au moyen du changement d'inconnue $y(x) = y_1(x) + u(x)$.

On voit que, si μ est petit, *ce qui précède fait correspondre, à toute fonction satisfaisant à peu près à l'équation différentielle, un renseignement sur l'existence et la valeur approchée d'une solution exacte.*

2. Montrons maintenant que *la connaissance d'un intervalle* (E) *où il existe une intégrale régulière de* (1) *permet de donner un criterium simple servant à reconnaître qu'une fonction donnée est assez près de satisfaire à l'équation différentielle pour ne s'écarter de la solution exacte, dans tout l'intervalle* (E), *que d'une quantité inférieure à un nombre donné.*

D'une façon précise, soit Y une intégrale de (1), définie dans l'intervalle (E), $[x_0, x_0+h(h>0)]$, continue, prenant pour $x=x_0$ la valeur y_0 et supposons que, dans le domaine Δ limité par les lignes $x=x_0$, $x=x_0+h$, $y=Y-\varepsilon$, $y=Y+\varepsilon\,(\varepsilon>0)$, la fonction $f(x,y)$ soit continue et satisfasse à la condition de Lipschitz.

D'autre part, u étant une fonction de x définie et continue dans l'intervalle (E), prenant la valeur y_0 pour $x=x_0$, admettant une dérivée (qui peut être discontinue comme plus haut), appelons μ un nombre supérieur à $\left|f(x,u)-\frac{du}{dx}\right|$ dans l'intervalle (E).

Si μ *est assez petit pour que*

$$\frac{\mu}{k}(e^{kh}-1)<\varepsilon, \tag{2}$$

la différence $Y-u$ *est inférieure en module à* ε *dans tout l'intervalle* (E) et, d'une façon plus précise, x appartenant à (E), on a

$$|Y-u|<\frac{\mu}{k}(e^{k(x-x_0)}-1).$$

Pour le démontrer, observons que, u étant continue, il existe un intervalle $(E')[x_0, x_0+h'(0<h'\leqq h)]$ où l'on a $|Y-u|<\varepsilon$. *Nous prendrons* h' *aussi grand que possible :* pour la valeur limite x_0+h', $|Y-u|=\varepsilon$, si $h'<h$.

On peut écrire

$$Y-u=\int_{x_0}^{x}[f(x,Y)-f(x,u)]\,dx+\int_{x_0}^{x}\left[f(x,u)-\frac{du}{dx}\right]dx,$$

et, en supposant x intérieur à (E'),

$$|Y-u|<k\int_{x_0}^{x}|Y-u|\,dx+\mu(x-x_0). \tag{3}$$

Faisons passer l'intégrale dans le premier membre, nous pouvons écrire l'inégalité obtenue de la façon suivante

$$\frac{d}{dx}\left[e^{-k(x-x_0)}\int_{x_0}^{x}|Y-u|\,dx\right]<\mu(x-x_0)\,e^{-k(x-x_0)},$$

d'où nous tirons, en intégrant de x_0 à x et multipliant par $e^{k(x-x_0)}$,

$$(4) \qquad \int_{x_0}^{x} |Y-u|\,dx < \frac{\mu}{k}\left[\frac{e^{k(x-x_0)}-1}{k}-(x-x_0)\right].$$

Des inégalités (3) et (4) nous déduisons

$$|Y-u| < \frac{\mu}{k}\left[\frac{e^{k(x-x_0)}-1}{k}\right],$$

ce qui nous montre, en vertu de (2), que h' ne peut être inférieur à h, et la proposition est démontrée.

3. On établit aisément avec ce qui précède la propriété fondamentale de la méthode de Cauchy-Lipschitz, bien mise en évidence par les travaux de MM. Picard et Painlevé, relative à l'approximation d'une intégrale de (1) dans tout son domaine de régularité. Inversement, la méthode de Cauchy-Lipschitz semble devoir conduire à des résultats analogues à ceux du n° 2, mais en imposant sans doute à la solution approchée des restrictions plus étroites.

4. Soit D un domaine compris entre deux parallèles quelconques à l'axe des y, où f est continue et satisfait à la condition de Lipschitz. La recherche d'une approximation *uniforme* pour les intégrales de (1) situées dans D revient à la détermination d'une fonction $\varphi(x,y)$ telle que $\frac{dy}{dx}=\varphi(x,y)$ soit intégrable, et que le module de $f-\varphi$ soit assez petit dans le domaine D.

Appelons S et Σ les surfaces $z=f(x,y)$ et $z=\varphi(x,y)$. Parmi les divers procédés que l'on peut imaginer pour construire Σ et φ connaissant f et S, je signalerai le suivant qui, sans doute, se rattache étroitement à la méthode de Cauchy, mais qui donne une construction géométrique simple des solutions approchées.

On coupe S et Σ par des plans équidistants entre eux, parallèles à xOy, la distance de deux plans consécutifs étant d'autant plus petite que l'on veut avoir une approximation plus grande. A chaque partie s de S comprise entre deux plans consécutifs P, P', on fait correspondre une partie σ de Σ constituée par la projection (parallèlement à Oz) de s sur le plan Π équidistant de P et de P'.

Géométriquement, on fait, sur le plan xOy, la représentation topographique, par courbes de niveau cotées, de la partie S correspondant à D. Dans ce domaine, toute solution de (1) est représentée approximativement par une brisée dont les sommets sont sur les courbes de niveau, le coefficient angulaire de chacun des côtés de la brisée est la demi-somme des cotes des courbes de niveau auxquelles il aboutit.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le mode de fonctionnement du différentiel des automobiles*. Note de M. **A. Petot**.

Quand on veut étudier le fonctionnement dynamique du différentiel des automobiles, on doit tout d'abord chercher la relation qui existe entre les deux couples moteurs partiels Ψ et Ψ', transmis par un même pignon satellite D aux deux demi-arbres A et A' des pignons de chaîne.

Soient e la demi-distance des roues motrices O et O', I_1 le moment d'inertie d'un pignon D par rapport à son axe de pivotement, α le demi-angle au sommet des cônes primitifs des engrenages coniques E et E' clavetés sur A et A', μ' le rapport des nombres de dents de E et D, et enfin, à l'instant t, ω la vitesse angulaire de la couronne du différentiel, et ρ le rayon de courbure de la trajectoire décrite par le milieu de l'essieu d'arrière. J'ai obtenu la relation

$$(1)\qquad \Psi - \Psi' = (\eta + \eta')\sin\alpha + \left[\zeta'' + \mu' e I_1 \frac{d}{dt}\left(\frac{\omega}{\rho}\right)\right]\tan g\alpha,$$

en supposant que le demi-arbre A est à l'intérieur de la trajectoire, et en désignant par η, η' et ζ'' des couples très petits provenant des diverses résistances passives.

Ce premier résultat permet de voir comment l'effort total du moteur se répartit sur les roues O et O', par l'intermédiaire du différentiel. Soient R' le rayon des roues dentées de chaîne, μ le rapport de ce rayon à celui des pignons de chaîne, F et F' les efforts moteurs transmis à O et O', I et I' les moments d'inertie des demi-arbres A et A' par rapport à leur axe commun. Les couples moteurs transmis définitivement aux roues par le différentiel sont FR' et F'R', et l'on obtient pour leur différence

$$(2)\qquad FR' - F'R' = \mu\left[\Sigma\varepsilon + \zeta' - \zeta + (I' - I)\frac{d\omega}{dt} + e(I' + I)\frac{d}{dt}\left(\frac{\omega}{\rho}\right)\right],$$

en désignant encore par ζ' et ζ deux couples très petits provenant des résistances passives, et en représentant par ε le second membre de l'équation (1), et par $\Sigma\varepsilon$ la somme des divers termes ε pris pour chacun des pignons D.

Comme tout est disposé pour assurer un bon graissage des diverses parties du différentiel, on voit que le couple moteur, transmis à la roue intérieure, est un peu supérieur au couple reçu par la roue extérieure, mais que leur différence reste toujours très petite par rapport à chacun d'eux. La fonction du différentiel n'est donc pas, comme on le croit généralement, de transmettre la force aux roues dans un rapport variable, et proportionnellement à leurs besoins, d'après les résistances que le sol leur oppose. Ce résultat pouvait d'ailleurs être prévu, car chaque pignon satellite se

comporte sensiblement comme le fléau d'une balance en équilibre, qui reçoit et transmet de chaque côté des efforts égaux.

M. Arnoux a signalé tout récemment (¹) ce rôle d'égalisateur d'efforts et de balance dynamique, joué par le différentiel; on me permettra de dire que je l'ai fait connaître, depuis plusieurs années, dans mon *Cours de l'Université de Lille*, et que je l'ai indiqué dans les premières feuilles autographiées de ce cours, non encore parues en librairie, mais distribuées l'an dernier à mes auditeurs.

On sait, d'autre part, que le différentiel est un mécanisme à plusieurs degrés de liberté; il faut donc montrer pourquoi, et sous quelles conditions, les pignons satellites sont forcés de rester en repos relatif pendant la marche en ligne droite, et de prendre à chaque instant d'un virage la vitesse variable qui convient. Ici l'on doit considérer deux cas suivant que les roues motrices disposent d'une large marge d'adhérence, ou sont, au contraire, près de l'adhérence limite. La stabilité de fonctionnement du différentiel est bien assurée dans le premier cas, mais elle ne l'est plus dans le second. J'ai obtenu ce résultat en discutant les équations de l'équilibre dynamique des roues motrices, et j'en ai étudié les conséquences pour la stabilité de la voiture.

Les équations (1) et (2) montrent en outre comment on doit construire le différentiel pour le rendre sensible. La question se pose alors de savoir si la stabilité et la sensibilité sont pour le différentiel deux qualités s'excluant un peu l'une l'autre, comme cela a lieu, par exemple, pour le régulateur de Watt. J'ai trouvé qu'il n'en est plus ainsi dans le cas du différentiel; rien ne s'oppose à ce qu'il soit en même temps très sensible et très stable.

J'ai enfin cherché si le différentiel peut avoir quelque influence sur la stabilité de la voiture; voici les résultats que j'ai obtenus dans cet ordre d'idées. Quand la résistance n'est pas la même sur les deux roues motrices, ce sont les termes T et T′, marquant les fractions utilisées de l'adhérence, qui viennent faire la compensation, de façon que l'équation (2) puisse être vérifiée. Il se produit alors un couple de dérapage égal à la valeur absolue de $e(T - T')$. L'adhérence se trouve en outre mal utilisée, car le plus grand des deux efforts T et T′ est précisément appliqué à celle des deux roues qui est la moins chargée. De là un double inconvénient du différentiel en ce qui concerne la stabilité de la voiture.

J'ai calculé dans divers cas le couple de dérapage $e(T - T')$; il est très

(¹) *La Vie automobile*, numéro du 11 février 1905, p. 92.

faible en régime normal, et le sol fournit largement, à l'avant et à l'arrière, l'adhérence transversale nécessaire pour l'équilibre. On doit néanmoins en tenir compte en étudiant le problème de la stabilité, car, s'il n'est pas suffisant pour faire déraper la voiture, il peut y contribuer. Le plus souvent, en effet, les accidents ne se produisent pas sous l'action d'une seule cause perturbatrice, mais ils résultent plutôt de l'action simultanée de plusieurs causes, dont les effets viennent fortuitement à s'ajouter.

Dans certains cas exceptionnels, par exemple quand la fusée de l'une des roues motrices vient à gripper, ou encore lorsque l'un des freins de roue se trouve serré par accident, l'une des forces T ou T′ diminue beaucoup, et peut même changer de sens, tandis que l'autre garde sa valeur. Le couple $e(T-T')$ devient alors assez grand pour que l'on soit en danger de déraper, comme les praticiens l'ont d'ailleurs remarqué depuis longtemps.

Cela montre que l'on doit tenir compte du mode d'action du différentiel, quand on étudie le problème de la stabilité des automobiles. J'indiquerai prochainement les résultats que j'ai obtenus dans cette voie, comme suite à ma Note du 7 avril 1902 sur ce même problème.

PHYSIQUE. — *Sur le coefficient d'aimantation du bismuth et sur quelques points de repère dans l'échelle diamagnétique*. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

Afin d'obtenir avec plus de certitude les coefficients d'aimantation, j'ai mesuré cette constante pour un certain nombre de corps qui ont été déjà l'objet de déterminations soit en valeur absolue, soit en valeur relative, et qui peuvent ainsi servir de points de repère. La plupart des métaux ne se prêtent guère à de telles comparaisons à cause de la difficulté qu'on éprouve pour les obtenir exempts d'impuretés; il n'en est pas ainsi pour le mercure, c'est donc à ce corps que je me suis adressé en premier lieu; le bismuth est tout indiqué à cause de la valeur élevée de sa susceptibilité magnétique; enfin j'ai également étudié deux sels, le sulfate de potasse et l'azotate de potasse, dont M. Curie a déterminé les coefficients d'aimantation.

Mercure. — En prenant pour l'eau $-0{,}79.10^{-6}$, j'ai trouvé pour résultat immédiat de la mesure $-0{,}180.10^{-6}$, et, en faisant la correction due au magnétisme de l'air, correction qui ici est additive et atteint $0{,}005$, on a $-0{,}185.10^{-6}$.

Les résultats de Plücker fournissent $-0{,}182.10^{-6}$ et ceux de Quincke $-0{,}183.10^{-6}$; ces deux nombres ont été calculés en prenant pour l'eau le

même point de départ ($-0,79.10^{-6}$): il n'y a aucune difficulté pour le nombre de Plücker, car les valeurs qu'il indique sont rapportées à l'eau dont le pouvoir était pris égal à 100; Quincke fournit au contraire dans ses Tableaux des nombres d'un ordre de grandeur tout à fait différent pour les valeurs absolues des susceptibilités magnétiques :

$$-4,278.10^{-10} \text{ pour l'eau et } -13,42.10^{-10} \text{ pour le mercure;}$$

voici comment ces nombres sont transformés : on obtient d'abord les coefficients d'aimantation en les divisant respectivement par les densités qui sont d'ailleurs indiquées dans le Mémoire, 0,998 pour l'eau, 13,546 pour le mercure; il suffit de prendre le rapport et de le multiplier par $-0,79.10^{-6}$. Les nombres que l'on obtient ainsi sont beaucoup plus grands que ceux indiqués par Quincke (2000 fois plus grands environ); cela tient à ce que ces derniers doivent être en réalité multipliés par $2g$ ou 2×981; on obtient alors

$$-0,839.10^{-6} \text{ pour l'eau et } -0,195.10^{-6} \text{ pour le mercure.}$$

Telles sont, dans le système C.G.S., les valeurs absolues que l'on peut déduire des expériences de Quincke; ces remarques s'appliquent à tous les autres nombres extraits du même Tableau et dont j'ai parlé dans une précédente Note. En prenant pour l'eau $-0,79.10^{-6}$, on aurait pour le mercure $-0,183.10^{-6}$, comme il est dit plus haut.

Bismuth. — Pour le bismuth cristallisé, j'ai obtenu à 10° $-1,39.10^{-6}$, en tenant compte de la correction de l'air qui, ici encore, était additive et atteignait 0,05; pour le bismuth fondu, j'ai obtenu de même $-1,42.10^{-6}$.

M. P. Curie donne $-1,35.10^{-6}$ comme moyenne à 20° (¹) d'une série de mesures qui ont porté sur plusieurs échantillons et qui ont fourni des valeurs comprises entre 1,38 et 1,34. Voici d'ailleurs un Tableau d'ensemble relatif aux principales mesures faites sur le bismuth (²).

	Valeur relative.		Valeur absolue $\times(-10^6)$.	
	Eau.	Bismuth.		
Faraday	96,6	$\frac{1967,6}{9,82}=200,5$	1,64	En prenant pour l'eau 0,79
Becquerel	10	$\frac{217,6}{9,82}=22,16$	1,75	
Curie			1,35	
Ettingshausen ..			$\frac{14,15}{9,82}=1,44$	

(¹) Cette valeur correspond à $-1,38.10^{-6}$ à 0°.

(²) Faraday et Becquerel n'ayant déterminé que les valeurs relatives de la suscepti-

Le nombre adopté comme résultat des expériences d'Ettingshausen sur la susceptibilité magnétique, 14,15, est la moyenne d'une série de nombres obtenus par différentes méthodes et qui sont :

13,57 13,99 14,54 13,48 14,11 15,30 13,10 13,60.

Les premières expériences d'Ettingshausen, combinées avec les résultats de Christie, donnaient comme moyenne 14,6 qui a été adoptée par beaucoup de physiciens; c'est cette valeur qui a servi à calculer les susceptibilités magnétiques qui figurent dans plusieurs Traités classiques (Mascart et Joubert, 1re édition); la susceptibilité $-14{,}6.10^{-6}$ donnerait $-1{,}49.10^{-6}$ pour le coefficient d'aimantation spécifique du bismuth.

Du Bois a également donné les grandeurs absolues des susceptibilités magnétiques de quelques liquides (eau, alcool, éther, sulfure de carbone) et il a calculé comme il suit les valeurs qui résultent des mesures faites sur ces corps par Faraday, par Becquerel et par Quincke.

Pour les expériences de Faraday et de Becquerel, le calcul a été fait par comparaison avec le bismuth pour lequel on a adopté la valeur $14{,}15.10^{-6}$ (résultat moyen d'Ettingshausen) en prenant, dans le cas des expériences de Becquerel, la moyenne des *deux* valeurs obtenues, 22,4, pour le bismuth comparé à l'eau; c'est ainsi que du Bois indique pour l'eau : $-0{,}69.10^{-6}$ d'après les expériences de Faraday et $-0{,}63.10^{-6}$ d'après celles de Becquerel.

Ces nombres correspondent à $-14{,}15.10^{-6}$ pour la susceptibilité du bismuth et à $-1{,}44.10^{-6}$ pour son coefficient d'aimantation.

En ce qui concerne les nombres de Quincke, du Bois a multiplié par $2g$ comme il a été dit antérieurement, mais il a soustrait 0,024 [1] qui représente la susceptibilité de l'air, ce qui lui a donné pour l'eau 0,815 au lieu de 0,839 obtenu plus haut; cette valeur $-0{,}815.10^{-6}$ est celle que du Bois indique comme résultat des expériences de Quincke; il a d'ailleurs employé une méthode semblable et obtenu à son tour $-0{,}837.10^{-6}$.

On a donc pour l'eau le Tableau suivant :

	Faraday.	Becquerel.	Quincke. Calculé par du Bois.	Du Bois.	Curie.
Valeur absolue $\times 10^{-6}$	$-0{,}69$	$-0{,}63$	$-0{,}815$	$-0{,}837$	$-0{,}79$

Sulfate de potasse et azotate de potasse. — J'ai obtenu pour le sulfate : $-0{,}42.10^{-6}$ et pour l'azotate : $-0{,}32.10^{-6}$, en tenant compte de la correction due à l'air; cette correction additive pour le premier de ces

bilité, valeurs qui figurent dans les deux premières colonnes, on a calculé la valeur absolue du coefficient d'aimantation du bismuth en prenant pour le coefficient de l'eau $-0{,}79.10^{-6}$ et, pour la densité du bismuth, 9,82.

(1) 0,032 d'après les mesures de M. Curie.

corps atteignait 0,004; pour le second elle était soustractive et deux fois moindre en valeur absolue.

Ces nombres s'écartent très peu de ceux qu'a obtenus M. Curie et qui sont, toutes corrections faites :

$$-0,43.10^{-6} \text{ pour le sulfate de potasse et } -0,33.10^{-6} \text{ pour l'azotate.}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les perborates*. Note de M. **P. Melikoff**, présentée par M. H. Moissan.

Dans le Tome CXXXIX, p. 796-798 des *Comptes rendus*, a paru une Communication de M. Jaubert concernant l'étude des perborates. Je crois utile de mentionner qu'après M. Etard, qui a étudié le premier l'action du peroxyde de baryum sur l'acide borique [1], j'ai eu, moi aussi, l'occasion de traiter la question des perborates dans une série de travaux sur ces composés, poursuivis en collaboration avec M. Pissarjewsky et parus en 1898. Nous y avons décrit plusieurs sels, et parmi ceux-ci le sel de soude $NaBO^3.H^2O$ identique avec celui qui a été préparé par M. Jaubert. Nos travaux ont été publiés dans les périodiques suivants : 1° *Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft*, Jahrg. XXXI, p. 678 et 953; 2° *Zeitschrift f. anorganische Chemie*, Bd. XVIII, p. 59; 3° *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 8e série, t. IX, n° 8. Voir aussi : Dammer, *Handbuch d. anorganischen Chemie*, Bd. IV, p. 667 et H. Erdmann, *Anleitung zur Darstellung chemischer Præparate*, 2. Auflage, 1899, p. 27.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lactyllactyllactique et le dilactide de l'acide lactique inactif*. Note de MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**, présentée par M. A. Haller.

Diverses observations recueillies en étudiant les acides lactiques actifs nous ont conduits à reprendre l'examen des dérivés de déshydratation par la chaleur de l'acide lactique de fermentation. La présente Note fait connaître un nouveau produit de cette déshydratation et rectifie quelques-unes des données acquises sur un autre, le dilactide.

Acide lactyllactyllactique. — On peut, par analogie avec l'acide lactyllactique ou acide dilactique, désigner sous ce nom, ou sous celui moins correct d'*acide trilactique*, le nouveau dérivé lactique dont il s'agit ici. Il se

(1) Etard, *Comptes rendus*, t. XCI, p. 931.

forme, en même temps que le dilactide, lorsqu'on distille l'acide lactique bien sec, vers 250° et sous une faible pression.

On maintient l'acide lactique entre 90° et 100°, sous une pression réduite (0m,025), pendant plusieurs heures, dans un appareil distillatoire; de l'eau se vaporise, entraînant un peu de produit et le résidu se charge d'acide lactyllactique. En élevant ensuite la température, la matière distille. Entre 180° et 220°, on recueille surtout du dilactide; au-dessus de 220° et jusque vers 250°, l'acide lactyllactyllactique accompagne le dilactide. On dissout à chaud le second produit dans l'éther pur et sec; le dilactide, moins soluble, cristallise le premier; le composé qui l'accompagnait reste dans la liqueur. En concentrant cette dernière par distillation, puis en maintenant la solution éthérée pendant quelques jours entre —5° et 0°, l'acide lactyllactyllactique se dépose cristallisé. On le sépare et on le purifie par des cristallisations successives dans l'éther pur et sec.

L'acide lactyllactyllactique constitue des petites aiguilles incolores, groupées en masses rayonnées. Il fond très nettement à 39° et bout sans altération à 235°-240° sous la pression 0m,020. Chauffé sous la pression normale, il se décompose et charbonne. Il est très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acide acétique. Il est très hygroscopique et l'eau le transforme finalement en acide lactique.

Les résultats de son analyse, comme ceux de déterminations cryoscopiques effectuées sur des solutions dans l'acide acétique sec, indiquent qu'il s'agit d'un corps formé par l'union de 3mol d'acide lactique, 2mol d'eau étant éliminées. Les faits suivants établissent que les réactions auxquelles il doit sa formation, à partir de l'acide lactique, sont deux éthérifications effectuées entre la fonction acide d'une molécule et la fonction alcool d'une autre molécule

$$\begin{array}{l} OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H + OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H + OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H \\ = OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H + 2H^2O. \end{array}$$

Il possède, en effet, une fonction acide, une fonction alcoolique et deux fonctions d'éther-sel; il est donc analogue à l'acide lactyllactique de Pelouze et Wislicenus; il n'est pas un composé cyclique, tel que le dilactide de Gay-Lussac et Pelouze, ou un éther-oxyde tel que l'acide dilactylique de Würtz et Friedel.

Il n'a qu'une seule fonction acide : lorsqu'on le met en contact avec l'eau, il se dissout très rapidement; si l'on titre aussitôt la liqueur acide par l'eau de baryte, on trouve que 100 parties sont neutralisées par 36,80 parties de

$Ba(OH)^2$, le composé formulé plus haut correspondant à 36,53 d'hydroxyde de baryum pour sa neutralisation.

Si l'on attend longtemps, avant de neutraliser et surtout si l'on chauffe à 100° la solution aqueuse, les fonctions d'éther-sel sont atteintes progressivement et la saponification devient complète par production de 3^{mol} d'acide lactique. C'est ainsi qu'une solution neutralisée à froid par la baryte, étant chauffée à 100° pendant un certain temps, redevient acide et exige pour sa neutralisation des quantités croissantes de baryte : après 1 heure, 53,3 pour 100 du corps primitif; après 2 heures, 69,5 pour 100; après 4 heures, 97,0 pour 100; après 5 heures, 104,7 pour 100; l'action est alors terminée et la liqueur ne redevient plus acide sous l'action de la chaleur. Or l'acide lactyllactyllactique, représenté par la formule ci-dessus, doit donner par hydratation complète 3^{mol} d'acide lactique, absorbant pour se neutraliser 105,32 d'hydroxyde de baryum pour 100 du corps traité.

Il reste à savoir si le dédoublement final en 3^{mol} d'acide lactique fournit transitoirement de l'acide lactyllactique avec 1^{mol} d'acide lactique.

L'action du gaz ammoniac sur l'acide lactyllactyllactique doit donner 2^{mol} de lactamide et 1^{mol} de lactate d'ammonium,

$$\begin{array}{l} OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2H + 3\,AzH^3 \\ = 2\,OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO - AzH^2 + OH - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CO^2 - AzH^4; \end{array}$$

cela correspond à la fixation de 21,79 pour 100 d'ammoniaque. Or, en faisant passer jusqu'à refus un courant de gaz ammoniac sur une quantité connue du corps dont il s'agit, l'augmentation de poids trouvée a été égale à 21,55 pour 100.

Dilactide. — On admet que l'hydratation change le dilactide racémique, le seul actuellement décrit, en 2^{mol} d'acide lactique. Tel est en effet le dédoublement final effectué, mais celui-ci ne se réalise qu'en passant par un intermédiaire, l'acide lactyllactique, qui s'hydrate à son tour.

Déjà M. Wislicenus, en neutralisant à l'oxyde de zinc la liqueur fournie par le dilactide au contact de l'eau froide, avait obtenu une solution qui ne déposait du lactate de zinc que fort lentement; il avait attribué ce fait à la sursaturation. En réalité la liqueur neutre obtenue contient à l'origine du lactyllactate de zinc; abandonnée à elle-même, à froid, elle dépose peu à peu du lactate de zinc; mais, en même temps, elle devient acide et se charge d'acide lactique en proportion de la quantité du sel déposé : le lactyllactate de zinc se dédouble par hydratation en acide lactique et lactate de zinc.

D'ailleurs la production de l'acide lactyllactique dans l'hydratation du dilactide peut être mise en évidence d'une manière différente. Un poids connu de dilactide ayant été hydraté à l'eau tiède, si l'on neutralise aussitôt la liqueur à l'eau de baryte, on emploie 65g,18 de $Ba(OH)^2$ à la neutralisation du produit fourni par 100g de dilactide. Lorsqu'on chauffe ensuite le mélange à 100°, il redevient acide; en complétant la neutralisation après chaque heure de chauffage, on emploie progressivement 74,3, 85,1, 99,7, 110,04, 116,6 et 118,96 de $Ba(OH)^2$; à partir de ce point, la neutralité persiste même après la douzième heure de chauffage. Or la formation de 2mol d'acide lactique correspond à l'emploi de 118,7 pour 100 de $Ba(OH)^2$. Si l'acide lactyllactique se formait seul à l'origine, la première neutralisation aurait exigé 59,37 seulement de baryte; le chiffre plus élevé qui a été trouvé indique qu'une petite proportion d'éther-acide s'est déjà saponifiée.

A froid, la même hydratation est lente; elle s'accomplit cependant à la longue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la carbimide de la (l) leucine naturelle.* Note de MM. **Hugounenq** et **Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Nous avons indiqué dans une précédente Note (¹) le but que nous poursuivons : faire entrer les acides amidés dérivés des albumines dans une même molécule d'urée substituée $CO\langle{}^{AzH - R - COOH}_{AzH - R' - COOH}$, et nous avons fait connaître les résultats obtenus en faisant agir l'urée sur la leucine.

Aujourd'hui nous décrirons nos essais pour préparer la carbimide de la leucine $CO - Az - \underset{|\atop COOH}{CH} - CH^2 - CH\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$, corps qui doit servir de point de départ pour la préparation des urées substituées d'après les réactions

$$COCl^2 + AzH^2.R.COOH = COAz.R.COOH + 2HCl$$

et

$$CO = Az - R - CO.OH + AzH^2R'COOH = CO\langle{}^{AzH - RCOOH}_{AzH - R'COOH}.$$

Ces réactions pour la préparation des urées substituées donnent en général de bons résultats, si l'on suit les indications de M. Vittenet (²).

Sur la (*l*) leucine naturelle, l'oxychlorure de carbone en solution à 20 pour 100 dans le toluène ne réagit pas à froid.

(¹) *Comptes rendus*, 16 janvier 1905.

(²) Vittenet, *Thèse de la Faculté des Science de Paris*, 1900.

A 130° il réagit, en donnant certainement naissance à la carbimide de la leucine, reconnaissable à sa solubilité dans le toluène, à son odeur, à ses vapeurs irritantes, à ses réactions; mais cette carbimide ne peut être purifiée par distillation, même dans le vide, car elle se décompose.

A cause de l'instabilité de ce composé, nous avons pensé qu'il serait plus avantageux d'en préparer le dérivé éthylique :

$$COAz - \underset{\substack{|\\COOC^2H^5}}{CH} - CH^2 - CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}.$$

Le $COCl^2$ dissous dans le toluène réagit molécule à molécule à 130° sur l'éther éthylique de la leucine préparé facilement suivant les indications de M. Emil Fischer (1) et il donne naissance à un mélange de carbimide $COAz - \underset{\substack{|\\COOC^2H^5}}{CH} - CH^2 - CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$ et d'urée bisubstituée $CO\begin{matrix}\diagup AzH - \underset{\substack{|\\COOC^2H^5}}{CH} - CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}\\ \diagdown AzH - \overset{\substack{COOC^2H^5\\|}}{CH} - CH\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}\end{matrix}$, que l'on sépare par distillation dans le vide après élimination du $COCl^2$ et du toluène en excès.

La carbimide bout à 120°-130° sous 18mm; l'urée bout à 180°-190° sous 18mm.

La carbimide de l'éther éthylique de la (*l*) leucine a été identifiée par l'analyse élémentaire et par ses dérivés, notamment par les urées substituées qu'elle engendre.

C'est un liquide incolore quand il vient d'être distillé, mais se colorant peu à peu en rouge brun par altération, comme font les isocyanates liquides. Il possède l'odeur de fauve et il émet les vapeurs très irritantes de cette classe de corps. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans les alcools avec lesquels il donne immédiatement des uréthanes. Il est soluble dans le benzène, dans l'éther, dans le chloroforme, etc.

Les urées substituées auxquelles cette carbimide donne naissance par union directe avec les amines et avec les acides aminés sont particulièrement intéressantes; nous les décrirons prochainement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les perborates.* Note de MM. J. Bruhat et H. Dubois, présentée par M. d'Arsonval.

Les perborates sont des sels à acide peroxygéné, qui diffère de l'acide borique par une molécule d'oxygène supplémentaire. Elle est très stable

(1) *Ber. der deutsch. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 444.

dans les sels amorphes et cristallisés même renfermant une ou plusieurs molécules d'eau de constitution ou de cristallisation, mais une élévation de température ou un excès d'eau suffisent pour décomposer ces corps. Cet oxygène instable semble ne devoir sa cohésion qu'à la réaction alcaline que présentent tous les perborates; aussi l'acide perborique libre n'a pu être isolé, tous les perborates étant décomposés avec mise en liberté de la molécule d'oxygène supplémentaire, dès qu'ils sont en milieu acide.

L'oxygène naissant ainsi produit se combine à l'eau pour produire de l'eau oxygénée. Les perborates sont des *hydroperoxyligènes*, et c'est à ce titre surtout qu'ils sont intéressants.

En liqueur neutre ou alcaline, un excès de perborate mis en contact de l'eau cède à celle-ci tout l'oxygène actif de la partie *dissoute*, l'excès restant généralement inaltéré; l'addition de bioxyde de manganèse pulvérisé provoque la décomposition totale de tout le perborate dissous et en excès. Il en est de même sous l'influence de certaines matières organiques et en particulier des ferments solubles catalasiques qui décomposent le bioxyde d'hydrogène; M. Bruhat a pu l'observer dans une série d'expériences faites en février 1904 au laboratoire d'électrothérapie de l'hôpital de la Charité, en collaboration avec les Drs Régnier et O. Benoit, notamment sur les *réductases* qu'il avait retirées de la levure de bière, puis sur les *oxydases* extraites des sulfuraires de certaines eaux sulfureuses (Saint-Honoré).

Traités par l'acide sulfurique concentré et froid, les perborates donnent du bioxyde d'hydrogène très concentré mais qui se décompose spontanément avec dégagement d'*ozone*. Ils dissocient l'iodure de potassium et mettent son iode en liberté; leur alcalinité ne met pas obstacle à la réaction; souvent la couleur de l'iode disparaît bientôt et il se fait alors un abondant dégagement d'oxygène. Avec l'acide sulfurique et le bichromate de potasse ils donnent de l'acide perchromique. Ils transforment les molybdates en permolybdates jaunes, dont l'acide, que nous avons isolé à l'état de liberté, répond à la formule Mo^2O^7, H^2O. Les perborates développent également une coloration rouge sang intense dans les solutions sulfuriques d'acide titanique et de vanadate de soude.

Avec cette dernière il se dégage souvent de l'ozone. Ils décomposent le permanganate de potasse comme l'eau oxygénée et l'on peut titrer par ce procédé leur oxygène actif absolument comme celui du bioxyde d'hydrogène.

Ils cèdent facilement leur oxygène actif aux protoxydes pour les amener à un degré supérieur d'oxydation, mais ne forment pas toujours avec eux des perborates : les sels ferreux sont transformés en sels ferriques, en liqueur alcaline il se dépose du sesquioxyde de fer; les sels mercureux donnent de l'oxyde jaune mercurique. L'hydrate de plomb donne du plombate de plomb hydraté rouge; les sels manganeux sont oxydés et en liqueur alcaline le bioxyde de manganèse formé dégage tout l'oxygène actif du perborate. Avec l'oxyde de cuivre et ses sels, il se fait du peroxyde de cuivre qui spontanément se décompose plus ou moins avec mise en liberté d'oxygène, et l'oxyde cuivrique se combine au perborate et au borate restants, pour donner des sels insolubles

qui, selon que la perte en oxygène a été plus ou moins forte, ont une teinte variant du jaune olive au vert. Avec le bioxyde d'urane on obtient du perborate d'uranyle, corps jaune, anhydre très stable répondant à la formule BO^4U et renfermant 5,029 pour 100 d'oxygène actif.

Avec les sels de nickel on obtient des perborates basiques d'une belle couleur verte. Avec les sels de chaux, de magnésie, de strontiane, de baryte, de zinc, il se forme des perborates blancs généralement peu solubles, mais la composition exacte des sels formés varie avec le degré de dilution des sels primitifs et la température à laquelle s'est produite la précipitation, la durée des lavages et la nature du sel apportant la base du perborate.

Nous avons obtenu ainsi un certain nombre de chaque perborate et nous cherchons actuellement à déterminer ceux qui sont des entités chimiques nettement définies.

En précipitant avec précaution par l'alcool une solution de biborate de potasse dans l'eau oxygénée on obtient des cristaux de *biperborate de potasse* répondant à la formule $B^2O^5K, 2H^2O$ et renfermant 2^{mol} d'oxygène actif, soit 18,06 pour 100; 1^g de ce sel dissous dans l'eau produit $12^{cm^3},6$ d'eau oxygénée à 10^{vol}. Desséché dans le vide sur l'acide phosphorique anhydre, il perd encore une partie de son eau et tend à la formule B^2O^5K, H^2O.

Avec l'ammoniaque on obtient plusieurs perborates, dont l'un AzH^4BO^3, H^2O renferme 16,84 pour 100 d'oxygène actif. Ils donnent avec le réactif de Nessler la réaction des sels ammoniacaux. Les plus intéressants sont les sels de soude.

Le perborate quadrihydraté $BO^3Na, 4H^2O$ peut s'obtenir par électrolyse d'une solution d'orthoborate de soude, ou en précipitant par l'eau oxygénée une solution d'orthoborate (qui est beaucoup plus soluble que le perborate); soit enfin en saturant une solution d'acide borique par une proportion convenable de peroxyde de sodium. Ce sel titre à l'état de pureté 10,38 pour 100 d'oxygène actif. Desséché avec précaution, il perd peu à peu son eau et donne les perborates trihydraté, bihydraté et monohydraté. Le perborate monohydraté BO^3Na, H^2O, très stable, renferme 16 pour 100 de son poids d'oxygène actif. Ses solutions se comportent absolument comme un mélange de 66 pour 100 d'orthoborate sodique et 34 pour 100 de bioxyde d'hydrogène chimiquement pur. 1^g donne avec l'eau $11^{cm^3},13$ d'eau oxygénée à 10^{vol}. Sa dissolution dans l'eau se fait sensiblement sans élévation de température. 1^l d'eau à 20° en dissout 25^g. L'addition d'acides borique, tartrique ou citrique augmente ce coefficient de solubilité. Il est beaucoup plus soluble dans la glycérine.

Ce perborate desséché dans le vide sur l'anhydride phosphorique perd peu à peu sa dernière molécule aqueuse et tend à la formule BO^3Na. A cet état, il renferme 19,51 pour 100 de son poids d'oxygène actif et correspond à 45,158 pour 100 de bioxyde d'hydrogène.

Il est long et difficile à obtenir et à conserver. Toutefois un échantillon préparé par nous il y a 18 mois, titre encore actuellement 17 pour 100 d'oxygène actif. Il n'a donc pas repris, au bout de ce temps déjà long, une molécule entière d'eau.

Comme on le voit, le nombre des perborates que nous avons pu préparer est déjà notable; et nous pensons pouvoir en obtenir d'autres, dont la préparation n'est pas sans difficultés, et que nous étudions actuellement avec quelques autres persels, parmi lesquels les *permolybdates* et les *perphosphates*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A propos de l'assimilation en dehors de l'organisme.* Note de M. **Ch. Bernard**, présentée par M. E. Roux.

J'ai publié en 1904 (¹) le résultat de mes recherches sur ce sujet.

Après avoir fait l'historique de la question, je rappelais l'importance prise en ces dernières années par les ferments, et je disais que les botanistes avaient émis l'opinion que toutes les fonctions de l'être vivant s'accomplissaient au moyen d'enzymes.

Friedel, en 1900, prépare d'une part de la poudre d'épinard, d'autre part un extrait glycériné, puis il mélange ces deux substances en les exposant à la lumière; il constate une décomposition d'acide carbonique, accompagnée d'un dégagement corrélatif d'oxygène. Il annonçait avoir ainsi réalisé la décomposition d'acide carbonique au moyen du ferment contenu dans l'extrait, sous l'influence de la chlorophylle et de la lumière, et indépendamment de toute substance vivante.

Harroy et Herzog répétèrent ces expériences mais n'obtinrent que des résultats négatifs. Seul Macchiati eut de forts dégagements d'oxygène.

M. le professeur Kny me conseilla de reprendre cette question, mais d'appliquer à son étude, outre les méthodes macroscopiques des auteurs (analyse des gaz), des méthodes qualitatives utilisant des réactifs très sensibles : celui de Schützenberger (recoloration, par suite du dégagement d'oxygène, de l'indigo décoloré au préalable par SO^3NaH) et celui d'Engelmann (bactéries très sensibles à l'oxygène et qui ne sont mobiles qu'en présence de traces de ce gaz).

J'ai exposé en détail dans mon précédent Mémoire les conditions de mes expériences et les résultats qu'elles m'ont donnés; je n'y reviendrai pas ici. Quoi qu'il en soit, ni par ces réactifs, ni par la méthode de Friedel, ni par celle de Macchiati que j'ai quelque peu modifiée, je n'ai pu constater

(¹) Bernard, *Beihefte z. bot. Centralbl.*, t. XVI, 1904, p. 1.

le moindre dégagement d'oxygène lorsque je mettais à la lumière un mélange de poudre de chlorophylle et l'extrait glycériné. J'ai cependant travaillé avec diverses plantes, récoltées à diverses saisons, et j'ai varié autant que possible les conditions des expériences.

Cette publication me valut une lettre de M. Macchiati (1), où cet auteur maintenait ses précédentes observations et où il me conseillait de suivre exactement ses indications.

Dans sa dernière Note, Macchiati (2) disait avoir simplement mélangé de la poudre avec de l'eau et non avec de l'extrait glycériné, la poudre contenant assez de ferment non détruit par la dessiccation. Il remplissait de ce mélange un entonnoir surmonté d'une éprouvette et retournait le tout dans un récipient plein du même liquide et qu'il exposait à la lumière. Au début il n'avait pas de résultat positif; mais, après quelque temps, et notamment lorsque la température était assez élevée (22°-23°), il recueillait dans l'éprouvette une grande quantité d'oxygène.

Je refis donc des expériences en suivant à la lettre les données de cet auteur; j'exposai à la lumière des mélanges d'eau et de diverses poudres de plantes (épinard, *lamium, acanthus*). La température était assez élevée. Au début, en effet, je ne remarquai rien; cependant après peu d'heures un dégagement gazeux commençait et devenait rapidement très énergique. Mais en plongeant une allumette incandescente dans ce gaz, elle s'y éteignait; une flamme, au contraire, provoquait une explosion. Ce gaz n'était donc pas autre chose que le produit d'une fermentation due à des bactéries et qui, comme toutes les décompositions anaérobies de plantes, dégageait du méthane et d'autres gaz. Je traitai le gaz dégagé au moyen du pyrogallol, qui ne décela pas la moindre trace d'oxygène. En outre, des antiseptiques (camphre), ajoutés au liquide à expérimenter, empêchèrent totalement le dégagement gazeux.

Molisch (3) publia aussi des observations intéressantes sur ce sujet. Pour reconnaître le dégagement d'oxygène il se servit du réactif si sensible recommandé par Beyerinck, les bactéries lumineuses, et il n'obtint, sauf un cas douteux, que des résultats négatifs. Je complétai mes recherches en utilisant ce réactif et en l'appliquant aux diverses plantes que j'ai étudiées; j'ai répété l'expérience bien des fois, mais toujours sans succès.

En somme ces nouvelles observations, dont le détail sera publié autre part, ne peuvent que me confirmer dans l'opinion que j'ai déjà énoncée : elles ne sauraient fournir de preuve contre l'hypothèse de l'intervention d'un ferment dans le processus assimilateur. Il est permis au contraire d'espérer que dans l'avenir nous verrons réaliser la décomposition d'acide

(1) Macchiati, *In litteris*, 1904.
(2) Macchiati, *Bull. Soc. bot. ital.*, 1903.
(3) Molisch, *Botanische Zeitung*, 1904.

carbonique en dehors de l'organisme. Mais on peut dire que, dans l'état actuel de nos connaissances, cette donnée n'est encore qu'une hypothèse et que certains auteurs ont hâtivement homologué des dispositifs expérimentaux trop simplistes à cet appareil compliqué qu'est une cellule assimilatrice.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des eaux-de-vie de vin.* Note de M. X. **Rocques**, présentée par M. A. Müntz.

La composition des eaux-de-vie de vin présente de grandes variations. Celles-ci dépendent de plusieurs causes dont la principale est le mode de distillation employé pour les préparer. Nous avons étudié plus spécialement les eaux-de-vie produites dans la région charentaise, dans laquelle l'opération est conduite de telle manière que les matières volatiles du vin, auxquelles ces eaux-de-vie doivent leur bouquet, passent en majeure partie à la distillation.

Nous avons, tout d'abord, cherché à nous rendre compte de la relation existant entre les proportions des diverses matières volatiles contenues dans les vins et les eaux-de-vie. Voici ce que nous avons constaté : les acides ne passent qu'en proportion très faible, les aldéhydes en majeure partie, les éthers en proportion très importante et, enfin, les alcools supérieurs en presque totalité.

Le furfurol, qui ne paraît exister qu'à l'état de traces dans le vin, se trouve en proportion assez appréciable dans les eaux-de-vie. Cela tient à ce que ce corps se produit pendant la distillation même. En opérant la distillation assez rapidement, mais sans surchauffe, dans un ballon de verre, avec un vin limpide, on n'observe dans l'eau-de-vie obtenue que des traces de furfurol. Si, au contraire, on opère dans un alambic de cuivre, en chauffant pendant longtemps, on trouve dans l'eau-de-vie obtenue une proportion notable de furfurol. C'est ainsi qu'un même vin m'a donné, dans le premier cas, $0^{g},3$ de furfurol, pour 100^{l} d'alcool pur et, dans le second cas, $4^{g},4$.

Les éthers et les alcools supérieurs sont les éléments les plus importants des eaux-de-vie, non seulement parce qu'ils forment la majeure partie des produits volatils, mais aussi parce qu'ils jouent un rôle important au point de vue du bouquet. Leur proportion dans les vins dépend des conditions dans lesquelles s'est effectuée la fermentation. Nous avons observé que, lorsque les vins ou les eaux-de-vie étaient pauvres en éthers, ils étaient, par contre, riches en alcools supérieurs. Ce fait vient à l'appui des observations qu'a faites M. Lindet, en étudiant les conditions de la formation des alcools supérieurs pendant la fermentation.

Voici les résultats analytiques que nous ont donnés 22 échantillons d'eaux-de-vie provenant de la distillation des vins charentais de la ré-

colte 1904 (ces résultats sont exprimés en grammes par hectolitre d'alcool à 100°).

	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
Acides	37,7	10,0	18,6
Aldéhydes	33,5	3,8	14,6
Éthers	213,0	65,9	121,0
Alcools supérieurs	292,4	115,0	211,4
Furfurol	4,4	0,2	2,4
Total ou *coefficient non alcool*	475,6	280,1	367,5
Somme alcools supérieurs + éthers	429,0	235,2	333,9
Rapport $\frac{\text{alcools supérieurs}}{\text{éthers}}$	4,4	0,7	1,9

La proportion d'éthers est, comme on le voit, très variable; il en est de même des alcools supérieurs. Ces variations s'atténuent beaucoup si l'on considère la somme de ces deux éléments, les eaux-de-vie qui présentent une faible teneur en éthers renfermant, par contre, une forte proportion d'alcools supérieurs. Le criterium de pureté, basé sur la somme alcools supérieurs + éthers, présente donc un réel intérêt.

Le rapport entre les alcools supérieurs et les éthers a été, dans les eaux-de-vie nouvelles que nous avons examinées, compris généralement entre 1 et 2; il ne s'est abaissé que deux fois au-dessous de 1, et s'est élevé à 4,4, 4,1 et 3,7 dans des eaux-de-vie pauvres en éthers.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Prévision d'une réaction chimique formant un système monovariant.* Note de M. **Camille Matignon.**

Il est possible de prévoir les réactions chimiques en utilisant, d'une part, la loi des phases ou la loi d'action de masse et, d'autre part, une autre loi que l'on peut appeler la *loi de constance* de la variation d'entropie aux températures correspondantes.

Dans cette Note, je ne m'occuperai d'abord que des réactions satisfaisant aux conditions suivantes : Il n'intervient dans la réaction que des corps solides et des corps gazeux et ces derniers se trouvent tous dans le même membre de l'équation.

Considérons la réaction réversible avec n corps A, ..., C et n' corps A′, ..., C′ tous solides sauf A qui est gazeux :

$$A + B + \ldots + C \rightleftharpoons A' + B' + \ldots + C' + Q.$$

Si toutes ces substances ne présentent pas entre elles d'autres relations

que la précédente et sont incapables de donner naissance à des dissolutions solides, le nombre des composants indépendants est égal à $n + n' - 1$ et le nombre des phases à $n + n'$, par suite le système est monovariant. Appelons Q la chaleur dégagée dans la réaction à la température absolue T où la pression de dissociation est égale à 760.

D'après la loi de constance de la variation d'entropie, le rapport $\frac{Q}{T}$ est constant et voisin de 32^{cal}, à condition que Q corresponde à la mise en réaction d'une molécule du corps gazeux.

Or une condition nécessaire pour que la réaction soit possible, c'est que la tension maxima du corps A à la température T soit supérieure à la pression atmosphérique; c'est-à-dire que la température absolue d'ébullition T_0 sous la pression normale du corps A soit inférieure à T,

$$T > T_0.$$

D'après la relation approchée de M. de Forcrand, T_0 dépend des chaleurs de fusion S et de volatilisation L moléculaires de A,

$$T_0 = \frac{L + S}{32},$$

et, par la suite, la condition précédente nous donne comme valeur approchée

$$Q > L + S.$$

Ainsi donc, pour qu'une réaction du type précédent soit possible, il est *nécessaire* que la chaleur dégagée, à la température où la pression de dissociation est normale, soit plus grande que la somme des chaleurs de fusion et de volatilisation moléculaires du corps gazeux,

$$Q - (L + S) > 0.$$

Si la valeur de T n'est pas trop élevée, on pourra pratiquement remplacer la quantité de chaleur précédente qui nous est inconnue la plupart du temps, par la chaleur Q' qui correspondrait à la réaction s'effectuant à la température ordinaire,

$$Q' - (L + S) > 0.$$

La quantité $Q' - (L + S)$ est précisément la chaleur dégagée dans la réaction en supposant que le gaz A lui-même soit amené à l'état solide. Or M. Berthelot, depuis longtemps, a été conduit par l'expérience à envisager cette quantité comme décidant, par son signe, de la possibilité de semblables réactions.

Lorsque plusieurs gaz A, ..., B interviennent dans l'équation avec les coefficients respectifs a, ..., b,

$$aA + \ldots + bB + \ldots + C \rightleftharpoons A' + B' + \ldots + C',$$

la quantité de chaleur Q qui correspond à 1^{mol} de gaz est donnée par l'équation suivante où $N = a + \ldots + b$,

$$\frac{1}{N}(aA + \ldots + bB + \ldots + C) \rightleftharpoons \frac{1}{N}(A' + B' + \ldots + C') + Q.$$

Quand le système se dissocie sous la pression atmosphérique, à la température absolue T, les pressions des gaz A, ..., B sont respectivement $H\frac{a}{N}$, ..., $H\frac{b}{N}$; il est alors nécessaire que les tensions maxima des corps A, ..., B à la température T soient respectivement supérieures aux quantités $H\frac{a}{N}$, ..., $H\frac{b}{N}$, conditions qui peuvent aussi se traduire en fonction des chaleurs de fusion et de volatilisation, quoique moins simplement que dans le cas précédent.

Je montre, par un exemple simple, comment il est possible d'appliquer ces faits à la prévision des réactions.

Soit la réaction

$$2\,BaO \text{ sol.} + O^2 \text{ gaz.} \rightleftharpoons 2\,BaO^2 \text{ sol.} + 24^{Cal},1.$$

Est-elle possible d'une façon réversible? Pour l'oxygène, d'après la relation de M. de Forcrand, $L + S = 2^{Cal},7$; Q est donc plus grand que L + S et la réaction est possible.

La température pour laquelle la pression de dissociation est 760^{mm} sera donnée d'une façon approchée par le rapport $\frac{24100^{cal}}{32} = 753°$ absolus, soit 480° C., nombre parfaitement d'accord avec ce que nous savons sur les propriétés de la baryte et du bioxyde de baryum. Il importe de remarquer ici que la connaissance d'un point de la courbe de dissociation entraîne la connaissance de la courbe entière.

Pour déterminer avec plus de rigueur la température précédente, il faudrait remplacer $24^{Cal},1$ par la chaleur dégagée réellement à la température de dissociation sous la pression normale, quantité qui peut être calculée par la méthode des approximations successives en faisant usage des chaleurs spécifiques des corps réagissants.

Soit encore la réaction

$$SO^4Na^2 \text{ sol.} + HCl \text{ gaz.} \rightleftharpoons SO^4NaH \text{ sol.} + NaCl \text{ sol.} + 16^{Cal},9.$$

Pour HCl, $L + S = 5^{Cal},7$.

La réaction est donc possible d'une façon réversible.

La température approchée de dissociation sous la pression atmosphérique est $\frac{16900}{32} = 528^\circ$ absolus ou 255° C.

M. Colson a trouvé les pressions suivantes d'équilibre à diverses températures :

t.	P.
10°	2mm et 2,5mm
100	15 » 15
120	23,5 » 23
175	77 » 78
120	24 » 24

En extrapolant ces résultats, on trouve 280° pour la température de dissociation sous pression normale.

Un assez grand nombre de réactions rentrant dans le type précédent n'ont pas donné de résultats en contradiction avec les faits connus. On peut toutefois se demander *a priori* si des faits nouveaux ne montreront pas par la suite que les valeurs de $\frac{Q}{T}$ au lieu de rester constantes viennent se grouper autour de plusieurs nombres distincts, comme cela se produit pour beaucoup de lois physicochimiques.

Les réactions ne se produisent qu'au delà d'une certaine température à partir de laquelle ces réactions sortent de la zone de repos chimique. Cette température pourra correspondre à un point de la courbe de dissociation où la pression est déjà fort élevée et, pour manifester l'entrée des gaz en combinaison, il conviendra d'opérer au-dessus de cette pression; en tous cas, à partir de ce point, les phénomènes seront d'accord avec les prévisions.

Lorsque $Q < L + S$, l'examen des cas qui satisfont à cette condition semble indiquer que la réaction n'est plus possible que dans le sens de la mise en liberté des gaz. En tenant compte de la loi d'action de masse, ces faits peuvent être généralisés et étendus à d'autres types de réactions.

BOTANIQUE. — *Deux lianes caoutchoutifères méconnues*. Note de M. E. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

Pendant bien longtemps, le caoutchouc exporté en si grande quantité de l'Afrique tropicale fut considéré comme produit par une seule liane du genre *Landolphia*. Jusque dans ces dernières années, on rapporta très souvent la production du caoutchouc au *L. florida* répandu dans tout le centre africain. Les recherches récentes ont non seulement fait voir que le *L. florida* n'est pas une espèce exploitée par l'indigène, son latex étant sans valeur, mais

encore que plusieurs lianes du même genre peuvent fournir du caoutchouc et que les genres voisins, tels que *Clitandra*, renferment des plantes qui tiennent une place très importante parmi les producteurs du caoutchouc africain.

Ces recherches ont en outre démontré l'exploitabilité de certains arbres; mais la production du caoutchouc africain de lianes semblait provenir uniquement d'espèces du petit groupe des Landolphiées. Il existe cependant en Afrique centrale d'autres genres dont certaines espèces fournissent du caoutchouc; nous en avons eu récemment la preuve. On nous a, en effet, envoyé pour la détermination une liane caoutchoutifère congolaise pouvant atteindre une quinzaine de mètres de hauteur et dont les tiges, privées de vrilles, sont volubiles. Cette liane appartient au genre *Baissea* et à l'espèce décrite par le botaniste allemand Karl Schumann sous le nom de *Guerkea gracillima*, nom qui à la suite de recherches de M. H. Hua a dû être modifié en *Baissea gracillima*. Cette liane signalée au Cameroun et au Congo français (Loudima et Mayombe-Thollon) n'avait pas encore été indiquée dans le domaine de l'Etat indépendant du Congo où elle est désignée sous le nom de *Ete*.

Le latex est assez abondant; le caoutchouc, lors de sa préparation, est blanchâtre et devient assez rapidement noir. Ce *Baissea* possède de petites fleurs disposées en cymes subombelliformes, réunies à l'extrémité des tiges en grandes panicules terminales; à la face inférieure de ses feuilles, les nervures sont velues et des poils plus abondants et plus allongés forment, à l'intersection de la nervure médiane et des nervures latérales, des *acarodomaties* très nettes.

Pendant le courant de l'année 1904, nous avons reçu presque simultanément, de la région du Kasai et du centre du Congo, des éléments d'une seconde liane caoutchoutifère, le *Periploca nigrescens* Afz. Celle-ci appartient à la famille des Asclépiadacées et à un genre dont une autre espèce, le *P. graeca*, a parfois été considérée comme plante caoutchoutifère. Le caoutchouc de *Periploca* est noir et de bonne qualité. Cette liane est relativement peu développée, ses tiges acquièrent un peu plus de l'épaisseur du pouce et sont recouvertes d'une écorce écailleuse. Le latex existe dans la couche sous-corticale et dans la moelle. La première indication relative à la valeur caoutchoutifère de cette plante nous avait été fournie, il y a quelques années, par M. le commandant Cabra. Il l'avait rencontrée dans une de ses expéditions de délimitation de frontières. De divers côtés, nous avons reçu des échantillons de cette même espèce sans qu'il fût fait men-

tion de production de caoutchouc; c'est ce qui nous a empêché de signaler plus tôt cette propriété.

Le *Periploca nigrescens* donne beaucoup de graines dont le pouvoir germinatif ne s'est pas altéré pendant le voyage d'Afrique en Belgique et le développement des plantules, dans nos serres, est assez rapide. Cette liane est indiscutablement exploitable; mais si l'on tient compte, à la lettre, du décret promulgué récemment par le Gouvernement de l'État indépendant du Congo (défense de couper la liane), le *P. nigrescens* ne pourra être exploité.

Il n'est pas possible, en effet, sur une plante à tiges de 2^{cm} à 3^{cm} de diamètre, de faire des saignées, surtout quand elle possède une écorce aussi irrégulière.

Nous sommes persuadé que des saignées, faites même avec certaines précautions, entameront toujours le bois et que la mort de toute la partie située au-dessus de la blessure en sera presque irrémédiablement le résultat.

L'exploitation de cette liane n'est possible que par coupe réglée, comme cela a été préconisé pour d'autres lianes. Le *Periploca nigrescens* repousse très facilement du pied, il peut se multiplier par boutures et, d'après certaines indications, deux ans après la coupe, les nouveaux rejets pourraient être exploités à leur tour.

BOTANIQUE. — *Un Caféier nouveau de l'Afrique centrale.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

Parmi les Caféiers utilisables rencontrés au cours de notre mission au Chari, il faut citer le *Coffea congensis* Frœhn., espèce encore mal connue des bords du Congo et de l'Oubangui, et deux autres espèces, nouvelles pour la flore africaine, que nous avons dénommées *C. sylvatica* et *C. excelsa*. Cette dernière plante est particulièrement intéressante par le produit qu'elle est susceptible de fournir à l'alimentation. Depuis sa découverte nous nous sommes attaché à réunir les divers renseignements indispensables pour nous permettre d'en donner aujourd'hui une monographie complète.

Rappelons d'abord brièvement la diagnose :

Coffea excelsa A. Chev. — Arbre de 6^m à 15^m de hauteur, à écorce grisâtre fendillée longitudinalement. Feuilles de 18^{cm}-28^{cm} de long sur 9^{cm}-12^{cm} de large, à pétiole court de $1^{cm},5$ à $2^{cm},5$ de longueur, à limbe ordinairement obovale-lancéolé, parfois obovale-spatulé sur les pieds croissant à l'ombre, brusquement terminé en pointe obtuse au sommet et muni de 6 à 9 paires de nervures saillantes en dessous.

Inflorescence en cymes axillaires de 1 à 4, comprenant chacune de 1 à 5 fleurs

blanches odorantes. Chaque cyme est entourée de 2 à 3 calicules à surface résineuse et à bords plus ou moins fimbriés. Sur les pédicelles, on trouve d'ordinaire 1 ou 2 petites bractéoles apprimées.

Fleurs à calice presque nul, plus court que le disque et à limbe annulaire entier. Corolle de 20^{mm} de longueur totale, le tube mesurant de 8^{mm} à 10^{mm} de long et les lobes toujours au nombre de 5 mesurant de 10^{mm} à 12^{mm} de long sur 6^{mm} de large. Étamines entièrement vertes de 10^{mm} de longueur totale, sur laquelle les anthères occupent 6^{mm} environ. Style grêle de 15^{mm} à 20^{mm}, terminé par deux stigmates filiformes. La plante fleurit en février ou mars.

Ce Caféier géant, qui peut atteindre exceptionnellement, à l'âge adulte, la hauteur de 20^{m}, croît dans les galeries forestières des affluents orientaux du Chari, entre 8° et 8°30′ de latitude nord. Il a été aussi rencontré sur les rives du Bata, affluent de la Kotto (bassin de l'Oubangui), c'est-à-dire à une altitude de 500^{m} à 800^{m}; on ne le trouve jamais dans les stations inondées.

Voisin du *Coffea Dewevrei* De Wild. et Dur. découvert par Dewèvre au Congo belge, le *C. excelsa* est aussi proche du *C. Dybowskii* Pierre, recueilli par M. Dybowski sur les bords de la Kemo et que nous avons pu retrouver au cours de notre exploration; il possède d'ailleurs les principaux caractères de ces deux espèces.

Actuellement il est récolté exclusivement dans la vallée du Boro, dans les États du sultan Snoussi, et nous avons fait analyser, par les soins de M. Hébert, les terres dans lesquelles il croît de préférence.

Analyse du sol. — Cette terre ne renferme sensiblement ni cailloux, ni chlore, ni acide sulfurique.

1° *Surface du sol.*

Analyse physique.			Analyse chimique.		
Sable	883	pour 1000	Azote	3,58	pour 1000
Argile	4,5		Ac. phosphorique	traces	
Calcaire	traces		Chaux	id.	
Humus	21,6	pour 1000	Magnésie	id.	
			Potasse	0,16	pour 1000
			Soude	4,73	

2° *Sous-sol* ($0^{m},05$ à $0^{m},50$).

Sable	925	pour 1000	Azote	2,40	pour 1000
Argile	30		Ac. phosphorique	traces	
Calcaire	traces		Chaux	id.	
Humus	4,6	pour 1000	Magnésie	id.	
			Potasse	id.	
			Soude	4,89	pour 1000

Le sol dont il s'agit est donc caractérisé par sa richesse en azote et en soude, et aussi par l'absence presque totale de potasse, d'acide phosphorique et de chaux.

Le café se présente en petits grains arrondis, rappelant par leur forme et leur grosseur certains cafés d'Abyssinie et de Moka. 100^{cm^3} renferment 700-710 fèves dont le poids, d'après Greshoff, du Kolonial Museum de Harlem, qui a bien voulu nous transmettre les chiffres de ses différents essais, est de $69^g,2$. Le poids de 100 fèves oscille entre $7^g,40$ et $13^g,95$. Il résulte de tous ses calculs et des nôtres que 100^g de café renferment 1020 à 1060 grains. A l'état spontané, un pied de 5 ans environ mesurant 8^m de hauteur nous a fourni 600 fruits ou 1200 grains, soit environ une production annuelle de 120^g. La teneur en caféine du café de Snoussi est très élevée; elle atteint $1^g,89$ pour 100. Voici d'ailleurs l'analyse effectuée par M. Hondas, chef du Laboratoire de l'École supérieure de Pharmacie :

Eau à 100°	7,66
Caféine	1,89
Azote total	3,11
Matières grasses	12,58
Cendres	3,75

Les analyses de M. Greshoff, de Harlem, donnent un chiffre un peu inférieur, dû probablement à la teneur un peu plus forte en eau de ses échantillons et aussi aux méthodes employées, mais on peut néanmoins conclure que ce café doit être classé *parmi les meilleures sortes actuellement connues* (¹).

Après torréfaction, il donne une infusion d'un arome excellent et tous les experts à qui nous en avons confié sont unanimes à le ranger parmi *les qualités de très bonne moyenne*.

Nous en avons d'ailleurs fait constamment usage pendant notre long séjour dans les États de Snoussi et nous avons appris qu'il était depuis longtemps connu des Arabes; une petite quantité est encore annuellement exportée au Ouadaï. M. Rivière nous a dit aussi avoir vu, il y a une vingtaine d'années, une certaine quantité de ce café sur les marchés de Tripoli.

Conclusions. — L'espèce nouvelle de Caféier, que nous avons dénommée *Coffea excelsa*, produit un café dont la teneur en caféine et les qualités

(¹) Voir Gab. Bertrand, *Recherche et dosage de la caféine dans plusieurs espèces de cafés* (*Bull. Sc. pharmacol., Paris,* t. V, 1902, p. 283).

d'arome et de goût font une sorte très estimable. Il y a donc lieu d'aviser aux moyens de cultiver et d'améliorer cette espèce sauvage, susceptible de devenir une source de profits pour notre colonie du Congo.

Pour faciliter la récolte, les indigènes grimpent sur l'arbre et en brisent les branches, ce qui amène le dépérissement et la mort du sujet : des mesures de protection s'imposent au plus tôt, d'autant plus que, dans le traité passé entre Snoussi et l'administration du Chari, il est demandé, entre autres choses, au sultan de fournir 300^{kg} de café décortiqué provenant du Caféier qui croît dans ses États.

BOTANIQUE. — *Sur l'appareil sécréteur des Diptérocarpées.* Note de M. **P. Guérin**, présentée par M. Guignard.

L'étude anatomique des Diptérocarpées et, en particulier, celle des canaux sécréteurs que renferment les divers organes des représentants de cette famille a déjà donné lieu à un grand nombre d'observations. Cependant, malgré les travaux de Muller, Van Tieghem, Solereder, Burck, Heim, Brandis et Sieck, le sujet ne semble pas complètement épuisé, surtout en ce qui concerne plus particulièrement les canaux sécréteurs du bois. Le mode de développement et la course de ces éléments à l'intérieur du corps ligneux appellent de nouvelles recherches.

Les observations doivent être faites de préférence chez les *Dipterocarpus*. Quelle que soit, en effet, l'espèce considérée (*D. alatus, turbinatus, Dyeri, intricatus*, etc.), les canaux sécréteurs du bois y sont toujours nombreux. De plus, s'il est vrai que dans certains genres tels que *Shorea, Doona, Hopea, Vatica,* les canaux sécréteurs n'apparaissent que plus tard, souvent même, comme parfois dans le *Doona odorata,* en cercles concentriques, chez les *Dipterocarpus,* au contraire, les canaux ligneux se montrent dans le bois de la première année. Leur nombre ne varie pas sensiblement dans les couches ligneuses successives et leur répartition est toujours très irrégulière.

Pour étudier le mode de développement de ces canaux, il suffit d'observer le fonctionnement de la couche cambiale dans une tige quelconque de *Dipterocarpus*. La même coupe transversale permet, en général, de rencontrer ces organes à tous les stades de formation. Le canal sécréteur prend toujours naissance par simple écartement de quatre cellules cambiales, ces quatre cellules de bordure du canal étant absolument semblables aux autres éléments du cambium. Par leur disposition même et

celle des cellules environnantes, il est aisé de se rendre compte que ces quatre cellules ne sont pas le résultat de la division d'une cellule mère unique primitive, contrairement à ce que l'on observe d'ordinaire chez les autres plantes.

Le canal sécréteur ne conserve parfois que ces quatre cellules de bordure et l'on peut le retrouver au centre du bois avec les mêmes caractères qu'il avait à l'origine. Toutefois (sans être jamais bien considérables) les cellules qui bordent le canal peuvent atteindre un nombre plus élevé; mais il y a lieu de remarquer que ce résultat ne provient pas d'une division radiale des cellules de bordure primitives. En effet, le méat primitif s'élargit en dissociant et écartant les cellules qui l'entouraient à l'origine, de telle sorte qu'il arrive ainsi au contact d'autres cellules cambiales qui viennent concourir à former sa bordure définitive en même temps que les quatre cellules primitives. De toute façon, le diamètre du canal n'augmente guère avec l'âge; mais, à un moment donné, les minces membranes des cellules sécrétrices qui limitent le canal se déchirent, et la bordure primitive disparaît plus ou moins complètement.

Lorsqu'on examine les coupes transversales précédentes, il n'est pas rare de remarquer de place en place la fusion de deux canaux voisins, ce qui laisse supposer immédiatement que les canaux doivent s'anastomoser dans leur course longitudinale à l'intérieur du bois. C'est ce qu'il est facile d'observer sur des sections tangentielles, chez les *Dipterocarpus* en particulier. Si certains canaux restent indépendants sur la plus grande partie de leur parcours, en suivant un trajet plus ou moins sinueux, d'autres, au contraire, confluent en un réseau à mailles plus ou moins inégales. Les unes sont grandes et englobent plusieurs rayons médullaires en même temps que des fibres, d'autres plus petites ne comprennent qu'un seul rayon médullaire. Les anastomoses s'observent avec la plus grande netteté en colorant directement le contenu des canaux au moyen de l'orcanette acétique. Ce réactif donne les meilleurs résultats dans le cas qui nous occupe. Bien souvent, en effet, sinon pour les *Dipterocarpus*, du moins chez certains genres tels que les *Shorea*, *Doona*, *Vatica*, les canaux sont si peu nombreux et si petits qu'ils pourraient passer inaperçus si l'on n'en colorait le contenu.

En résumé, les canaux sécréteurs répandus dans le bois de la tige des *Dipterocarpus* (ceux de la racine et des autres Diptérocarpées, comme nous espérons le montrer dans la suite, offrent vraisemblablement les mêmes caractères) présentent, par leur mode de développement dans le cambium et leurs anastomoses, une particularité qui, à notre connaissance, n'a été signalée jusqu'à présent que dans les *Copaifera* et les *Daniellia* par M. Guignard. Comparés à ceux de ce dernier genre en particulier, les canaux des *Dipterocarpus* offrent en effet une complète analogie. En indiquant que ces éléments sécréteurs se développent comme ceux des *Copaifera*, Sieck ne voit de ressemblance que dans un développement schizogène, sans remarquer l'origine cambiale des canaux des *Dipterocarpus*. Quant aux anastomoses signalées par Burck, elles ne semblent s'appliquer qu'aux canaux de la moelle, et peut-être d'après l'examen seul de coupes transversales.

Les canaux sécréteurs du bois des *Dipterocarpus* présentent donc certains caractères restés inconnus jusqu'à ce jour et que nous avons cru intéressant de faire connaître.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action qu'exercent les basses températures sur les zoospores des Algues.* Note de **E.-C. Teodoresco**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Des observations faites depuis longtemps nous ont appris, que les zoospores de *Vaucheria clavata, Ulothrix zonata* et *Hæmatococcus pluvialis* ne cessent pas leurs mouvements dans l'eau dont la température tombe à près de zéro. D'autre part, il est bien probable que les Zoospores des Algues, qui vivent dans les régions polaires, sont mobiles à une température plus basse encore. En effet, Kjellman a fait connaître en 1875 (1) qu'à Mosselbay (Spitzberg) la température de la mer descend, en hiver, à 1°,8 au-dessous de zéro et que chez les Algues trouvées pendant l'hiver, dans cette localité, l'activité vitale ne s'est pas montrée diminuée.

Dans le travail dont j'ai l'honneur de présenter un extrait à l'Académie, je me suis proposé d'étudier l'action qu'exercent les températures basses sur les zoospores des Algues.

Comme l'eau douce ne se prête pas, pour les zoospores, aux expériences faites à des températures au-dessous de zéro, j'ai eu recours aux zoospores vivant dans l'eau salée. J'ai choisi dans ce but le *Dunaliella salina,* Volvocacée-Polyblépharidée, que j'ai eu l'occasion d'étudier dernièrement au point de vue morphologique (2). Le *Dunaliella,* qu'on trouve en abondance dans les lacs salés de Roumanie, supporte une eau très concentrée, dont la densité peut atteindre, d'après mes observations 1,357, ce qui correspond à 38° Baumé. A cet état, l'eau salée est presque sirupeuse. Or on sait que le point de congélation de l'eau, qui tient en dissolution des sels, est d'autant plus bas que le nombre des molécules dissoutes, dans l'unité de volume, est plus grand. L'eau salée dans laquelle vit l'Algue mentionnée, pouvant ainsi supporter, sans se prendre en glace, des températures très basses, j'ai pro-

(1) *Comptes rendus,* t. LXXX, p. 474.

(2) Organisation et développement du *Dunaliella*, nouveau genre de Volvocacée-Polyblépharidée, in *Beihefte z. botan. Centralblatt,* 1904.

fité de l'occasion qui m'était offerte pour entreprendre une série d'expériences, dont je rapporte ici quelques-unes.

1° Je verse dans une fiole d'Erlenmeyer 5^{cm^3} d'eau salée très concentrée, contenant des zoospores, que j'avais apportées, en mai 1904, de Lacul-Sarat (aux environs de la ville de Braïla); cette eau formait, au fond de la fiole, une couche ayant à peu près 5^{mm} d'épaisseur. La fiole ouverte est placée dehors, dans la cour du laboratoire, le 15 octobre 1904; elle y est restée jusqu'au 20 janvier 1905 (l'expérience continue d'ailleurs). La quantité d'eau a été presque constante jusqu'à la fin de l'expérience, car, l'eau étant salée, ce qu'elle perdait par évaporation, dans les jours secs, elle le regagnait en absorbant, dans les journées humides, les vapeurs d'eau de l'atmosphère. Pendant ces trois mois, le temps fut particulièrement froid et le thermomètre descendit jusqu'à 20° sous zéro. Presque journellement, mais surtout quand il faisait très froid, j'observais, entre 7^h et 8^h du matin, les zoospores au microscope. Celles-ci sont restées toujours vivantes et en bon état; parfois elles paraissaient, il est vrai, un peu engourdies par le froid, se mouvant avec difficulté; mais il suffisait de laisser une préparation pendant quelques minutes dans le laboratoire, pour voir les zoospores reprendre leur agilité habituelle. Je ne pus observer aucun changement sensible dans leur structure interne. Mais la chose la plus surprenante. c'est que, pendant ce temps, je n'ai pu voir les zoospores s'enkyster ou passer à un état immobile (stade *Protococcus*). Il est probable que l'exposition constante de trois mois, à une température aussi basse, n'est pas propice à la vie du *Dunaliella,* mais l'Algue résistait cependant.

2° Un flacon à grande ouverture, contenant à peu près 150^{cm^3} d'eau salée, est resté toujours ouvert et absolument dans les mêmes conditions que la fiole précédente. Les zoospores se sont comportées de la même manière.

3° Je verse de l'eau salée, concentrée à 38° Baumé, dans un petit tube en verre, ayant 8^{mm} de diamètre; j'enfonce ce tube, contenant beaucoup de zoospores, dans un mélange réfrigérant, composé de parties égales de neige et d'alcool. Le thermomètre descend d'abord à $-30°$ pour remonter après 3 minutes jusqu'à $-29°$. Au bout de 6 minutes, en retirant le tube du mélange réfrigérant, je constate qu'une partie des sels a formé, au fond, un dépôt, tandis que, dans la solution plus diluée qui reste, les zoospores sont vivantes et nagent assez facilement. Je place une goutte suspendue tout près d'une fenêtre, dans la chambre du laboratoire, et je constate que les zoospores sont phototactiques; elles se rassemblent, en effet, sur le bord qui regarde la chambre.

4° Le même tube est placé ensuite de nouveau dans le mélange réfrigérant, où il reste 30 minutes. Pendant ce temps la température a varié entre $-30°$ et $-26°$. J'observe alors que les sels ont formé, au fond du tube, un dépôt transparent, tandis que l'eau surnageante a commencé à se prendre en glace et s'est transformée en une espèce de neige opaque, blanchâtre et molle, dans laquelle on peut enfoncer sans difficulté une spatule. Cette *neige* est formée de cristaux séparés par de l'eau non solidifiée encore. Je retire alors le tube du mélange réfrigérant et je le laisse à $-2°$, température de l'air où j'opère; au bout de quelques minutes la *neige* est fondue. J'observe les zoospores et je constate que la plupart sont vivantes et mobiles; dans une goutte suspendue, laissée dans la chambre du laboratoire, elles se ramassent du côté opposé à la lumière. Mais j'observe en même temps, dans la préparation microscopique, un grand nombre

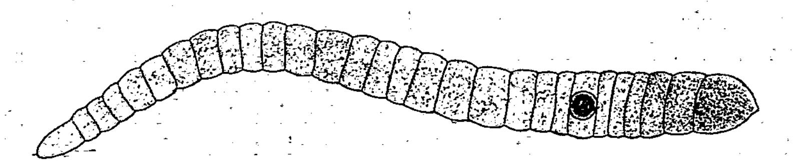
de zoospores mortes, les unes entières, d'autres éclatées et comme déchirées; ce sont, sans contredit, celles qui ont été transpercées ou emprisonnées dans les cristaux, qui s'étaient formés par l'abaissement de la température, tandis que les zoospores qui se trouvaient dans l'eau séparant les masses cristallines sont restées en bon état.

ZOOLOGIE. — *Un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métamérisé*, Note de M. LOUIS LÉGER, présentée par M. Alfred Giard.

On sait qu'au point de vue de leur structure les Grégarines se groupent en *Monocystidées* dont la cellule constituante ne comporte pas de cloison interne et en *Polycystidées* chez lesquelles il existe une cloison ou septum divisant le sporadin en deux compartiments : l'un antérieur ou protomérite, sans noyau, l'autre terminal nucléé, le deutomérite. Il est aisé de faire rentrer toutes les Grégarines connues dans l'un ou l'autre de ces deux groupes morphologiques et l'on peut ajouter que l'on ne connaît pas actuellement de Grégarines possédant, au stade de sporadin, plus de deux segments.

Or, en poursuivant mes recherches de parasitologie chez les Diptères, j'ai rencontré, dans l'intestin des larves de *Ceratopogon solstitialis* Winn. (1), recueillies à Cavalière dans les marais voisins de la Méditerranée, une Grégarine que j'appellerai *Tæniocystis mira* n. g. n. sp., et dont la structure réalise un type cellulaire nouveau.

A l'état de sporadin, en effet, l'animal, doué de mouvements assez lents, se montre sous la forme d'une cellule allongée, vermiforme, comme un *Monocystis;* mais cette cellule, au lieu d'être indivise comme dans ce dernier genre, ou pourvue d'un unique



septum comme chez les *Polycystidées,* se montre divisée en nombreux compartiments ou segments, séparés complètement les uns des autres par des cloisons transversales. *In vivo,* l'aspect de cette curieuse Grégarine est tout à fait celui d'un petit Cestode polymérique, d'où le nom générique de *Tæniocystis* que je lui donne.

(1) La détermination de ce Diptère que j'ai obtenu à l'état adulte par élevage des larves infestées est due à l'obligeance du Dr Bergroth.

Le nombre des segments s'accroît avec la taille de l'organisme et, chez des individus mesurant 300^{μ} de long sur 24^{μ} de large, j'en ai compté jusqu'à 29. Ainsi que le montre la figure, ces segments sont à peu près de longueur égale; toutefois il n'est pas rare d'en observer quelques-uns un peu plus grands, notamment vers le milieu du corps. En outre, il y a une céphalisation marquée par ce fait que le segment le plus antérieur, plus grand que tous les autres, se termine par une sorte de mucron mousse et change de forme à chaque instant, pouvant s'allonger ou s'étaler en une ventouse circulaire du centre de laquelle surgit le mucron. Je pense qu'il s'agit là d'un appareil permettant l'adhérence à la paroi intestinale.

Malgré cette segmentation cytoplasmique, il n'y a qu'un seul noyau, ce qui démontre suffisamment l'unité cellulaire de l'organisme. Chez l'adulte, ce noyau, situé dans le sixième ou le septième segment, est sphérique, à paroi épaisse, fortement colorable, renfermant de nombreux corps chromatiques sur un réseau très dense avec un ou plusieurs gros nucléoles.

Une mince cuticule, ou épicyte, finement striée en long, limite le corps. Il n'y a pas de couche ectoplasmique, ou sarcocyte, bien délimitée sous l'épicyte.

L'endoplasme ou entocyte qui remplit tout l'intérieur des compartiments, montre, baignant dans un reticulum à larges mailles, un hyaloplasma bondé de grains de réserve comme chez les autres Grégarines, avec quelques grains chromatiques rares et épars.

Les cloisons qui semblent s'insérer directement sur l'épicyte sont fortement chromatiques au niveau de leur ligne circulaire d'insertion. Elles divisent complètement le corps de l'animal, car, en faisant éclater celui-ci par pression sur le couvre-objet, on voit qu'elles s'opposent à la sortie des granulations endoplasmiques des compartiments qu'elles limitent.

Malgré ses caractères morphologiques si particuliers le *Tœniocystis* se reproduit à la façon des autres Eugrégarines, c'est-à-dire que deux individus adultes s'accouplent dans un même kyste et donnent, après division mitotique de leur noyau, des gamètes qui copulent deux à deux pour former des sporocystes biconiques de 7^{μ},20 sur 3^{μ},20 rappelant beaucoup ceux des *Monocystis*. Il existe une faible différence sexuelle entre les deux Grégarines accouplées; par contre, les deux gamètes qui copulent sont à peu près semblables au moins au moment de leur fusion, caractère qui rapproche aussi *Tœniocystis* des Monocystidées. Toutefois la position exacte de ce nouveau genre dans le groupe des Grégarines ne sera déterminée avec certitude qu'après une étude suivie de son développement, ce que je compte faire dans la suite.

Quoi qu'il en soit, le *Tœniocystis* est un Protozoaire remarquable par le fait que l'unique cellule qui le constitue est, à elle seule, un organisme métamérisé à segments disposés en série linéaire et auquel la théorie coloniale est évidemment inapplicable. Sa métamérisation, purement cytoplasmique,

est d'ordre biomécanique et trophique. Elle constitue du reste un perfectionnement de l'organisme lui permettant de résister aux causes de destrution mécanique, la blessure d'un des segments n'entraînant pas fatalement la mort par expulsion totale du contenu cellulaire, comme chez les autres Grégarines.

En terminant, il n'est pas sans intérêt de remarquer que certaines dispositions organiques qu'on observe chez les Protozoaires peuvent être également interprétées comme l'expression d'une métamérisation plus ou moins localisée. C'est ainsi que chez les *Condylostoma*, les *Spirostomum* et les *Stentor*, l'appareil nucléaire très allongé et divisé en segments d'égale longueur est seul métamérisé; que chez l'*Anoplophrya filum* c'est l'appareil excréteur seul qui est métamérique, tandis que chez d'autres Protozoaires (*Polykrikos*, certains Infusoires) c'est l'appareil locomoteur ou tégumentaire qui présente cette disposition. Parfois aussi la métamérisation intéresse à la fois l'appareil nucléaire et excréteur comme chez les *Loxodes* et l'on peut concevoir que, lorsque celle-ci s'exerce d'une façon harmonique, c'est-à-dire intéresse tous les organes essentiels dans une mesure proportionnelle, elle conduise à la scissiparité (*Anoplophrya nodulata, Schizocystis*), chaque métamère ayant alors les éléments nécessaires pour sa vie propre ([1]). Il suffit qu'il apparaisse une zone transversale superficielle d'atrophie entre chaque métamère pour entraîner peu à peu l'individualisation de ceux-ci. Une métamérisation harmonique serait ainsi, en certains cas, la cause et non l'expression d'une multiplication agame d'un organisme primitif.

ZOOLOGIE. — *Variations géographiques des Pleuronectides*. Note de M. A. Cligny, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude des caractères métriques ou numériques d'une espèce révèle des variations purement *individuelles* qui, provisoirement, nous semblent fortuites, et des variations *collectives* qui affectent dans le même sens toute une catégorie d'individus; ces dernières sont liées au phénomène qui caractérise la catégorie. Ainsi, des Plies de même taille et même origine ont

---

([1]) Kunstler et ses élèves Busquet et Gineste interprètent ainsi l'*Hoplitophrya* et sa chaîne de descendants comme un organisme métamérisé (*voir* Gineste, *Trav. de la Stat. biol. d'Arcachon*, 1903).

la tête plus ou moins longue, mais *en moyenne* les mâles ont la tête plus courte que les femelles. C'est là une variation *collective* qui est une variation *sexuelle*.

Ces variations collectives sont souvent très générales et affectent dans le même sens les catégories correspondantes d'un grand nombre d'espèces; en pareil cas, elles révèlent presque toujours des lois biologiques capitales. Les variations collectives les mieux connues sont celles que déterminent *la croissance*, *la sexualité*, *l'éthologie*. Longtemps on n'en a guère étudié que les cas les plus frappants et les plus compliqués, ceux qui, par leur exagération même, sont le moins susceptibles d'une explication générale.

Les variations liées à l'âge sont, de toutes, les plus faciles à interpréter directement; elles forment, après l'évolution embryonnaire, la suite de l'ontogénie et s'expliquent par la loi de récapitulation. Ainsi, comparé à l'adulte, le jeune rappelle davantage un type ancestral. Les différences toutefois sont minimes et nous éclairent seulement sur le passé récent de l'espèce (avec les réserves que comporte la loi de Bäer); de telles lueurs suffisent souvent pour la solution d'un problème, et l'on en a fait usage dans les études récentes sur la taxonomie des Poissons. Observons que les individus très âgés présentent parfois une exaltation de l'évolution progressive, mais plus souvent ils subissent une régression sénile qui les rapproche des jeunes.

Quand il y a *parité éthologique et physiologique* entre les sexes, le dimorphisme sexuel est faible, et les variations qu'on observe en passant de la femelle au mâle sont généralement *de même nature et de même sens* que les variations dues à la croissance. Alors, la femelle représente un stade plus jeune, moins évolué que le mâle du même âge. Les variations sexuelles n'apparaissant d'ordinaire qu'au début de la maturation sexuelle, elles consistent essentiellement chez la femelle en *un arrêt ou un ralentissement de l'évolution* qui entraînait l'espèce et les individus, qui continue à entraîner le mâle. Quand la fonction sexuelle est abolie, l'évolution progressive peut reprendre son cours (et la femelle peut acquérir ainsi les caractères somatiques du mâle), à moins que l'âge n'amène à ce moment la régression sénile (qui chez le mâle peut sembler un retour aux traits de la femelle).

Quand les variations de croissance et les variations sexuelles se font en un même sens, on peut admettre qu'elles sont très probablement progressives, et l'on peut les employer avec une sécurité notable à la solution des problèmes de descendance.

Quand on passe d'une station à une autre, on observe souvent dans une espèce des variations de même nature et de même sens que celles qui distinguent le jeune de l'aîné, et la femelle du mâle; on peut alors tenir les individus de la première station pour plus primitifs et ceux de la seconde pour plus évolués; dès lors il est probable que la première station ressemble plus que l'autre à la station originaire de l'espèce, si même elle n'est la patrie de l'espèce. Des faits de ce genre assignent une origine arctique à la plupart des espèces de *Pleuronectides* qui habitent nos mers, et nous apportons dans le même sens quelques remarques nouvelles.

On observe dans certaines espèces des variations liées à l'origine géographique et portant sur le nombre des rayons aux nageoires dorsale et anale. Collett a signalé une telle variation pour *Hippoglossoides platessoides* où les individus les plus méridionaux auraient moins de rayons. Holt et Calderwood font une remarque analogue pour les *Arnoglossus laterna* de l'Europe septentrionale, mais ils la font avec réserve parce que les lots étudiés sont peu nombreux, peu caractéristiques, parce que surtout ce sont ici les individus méridionaux qui ont le plus de rayons.

Nous avons examiné récemment des *Lepidorhombus whiff* Walb. et trouvé :

16 individus de la Manche......	D = 84-92 (moy. 87,3)	A = 66-72 (moy. 68,6)
16 individus d'Espagne........	D = 80-89 (moy. 85)	A = 64-70 (moy. 66,1)

Pour les Turbots de la côte norvégienne, Smitt donne la formule :

D = 57-64, A = 42-47.

Or sur 24 Turbots pêchés à Boulogne nous trouvons que D varie de 61 à 73, la moyenne étant 65,8 et le maximum de fréquence 66; A varie de 44 à 49, la moyenne étant 47, le maximum de fréquence 48.

Pour la Barbue, nous avons examiné 10 individus de nos mers et trouvé :

D = 71-84 (moy. 78,8), A = 54-62 (moy. 59,1),

chiffres analogues à ceux des formes scandinaves.

Duncker a montré que les Flets de la Baltique ont à la dorsale 51-60 rayons (moy. 56,9), à l'anale 36-42 (moy. 39,8) et qu'ils forment une variété *trachurus* qui paraît *identique à celle de l'océan Arctique;* les formes de la mer du Nord ont à la dorsale 56-65 rayons (moy. 59,6) et à l'anale 38-45 (moy. 41,6); Duncker en fait sa variété *leiurus;* nous-même avons trouvé sur 80 Flets pris à Boulogne :

D = 56-67 (moy. 61,2), A = 40-46 (moy. 42,6).

Pour la Plie, Duncker donne les moyennes suivantes :

Formes de la Baltique.........	D = 67,6	A = 50,4
Formes de la mer du Nord......	D = 72,6	A = 54,6

Cunningham a montré d'autre part que les moyennes pour l'espèce ne varient plus dans la mer du Nord ni la Manche, et nous avons vérifié ce dernier résultat.

En résumé quelques espèces gardent le même nombre de rayons dans une zone étendue (Barbue, Plie); d'autres offrent des variations notables : augmentation du sud au nord pour *H. platessoides* et pour le whiff; du nord au sud pour toutes les autres espèces étudiées : Flet, Plie, Turbot, *A. laterna*.

Quel est le sens probable de ces variations? Elles ne dépendent ni de l'âge ni du sexe, et nous perdons par là un moyen de savoir si elles sont progressives. Mais le Flet est une espèce très voisine de la Plie et plus primitive, or il a moins de rayons; le Turbot est une espèce très voisine de la Barbue et plus primitive, et il a moins de rayons; dans les Flets, la variété *trachurus* est plus primitive à tous égards que la variété *leiurus* et elle a moins de rayons. Il apparaît ainsi que la multiplication des rayons est une variation progressive, et les formes qui en ont le moins, généralement les plus septentrionales, paraissent ainsi les plus primitives.

PHYSIOLOGIE. — *L'extension des états fonctionnels de l'oreillette au ventricule se fait-elle par voie musculaire ou par voie nerveuse?* Note de M. **H. Kronecker**, présentée par M. Dastre.

De nombreux physiologistes contemporains prétendent que l'excitation motrice progresse dans le cœur en suivant exclusivement la voie musculaire, et nient que l'impulsion qui, après avoir pris naissance à l'embouchure des grandes veines, se communique successivement aux oreillettes, puis aux ventricules, se transmette par voie nerveuse.

La théorie myogène accorde à la fibre musculaire cardiaque les propriétés qui, jusqu'à présent, semblaient réservées aux seuls éléments nerveux : la production et la conduction des excitations. Elle s'était heurtée longtemps à une grosse difficulté : La continuité des fibres musculaires de l'oreillette avec celles des ventricules, tout à fait indispensable pour que la nouvelle doctrine parût admissible, n'était pas prouvée.

Stanley Kent ([1]) décrivit des fibres musculaires à texture embryonnaire, passant des oreillettes aux ventricules. Aussitôt les myogénistes s'empressèrent de faire état de cette découverte. De plus, la structure rudimentaire de ces fibres permettait de supposer, à leur niveau, un ralentissement de la conduction : ce ralentissement serait ana-

([1]) *Journal of Physiology*, 1893, vol. XIV.

logue aux *blocks* provoqués artificiellement par Gaskell dans une bande de tissu cardiaque isolée, et devait expliquer le retard de la systole ventriculaire sur la systole auriculaire.

Mais, bientôt après, His trouva, avec grande constance, un faisceau qui passait de la partie postérieure de la cloison interauriculaire dans la cloison interventriculaire. A ce faisceau fut dévolue la conduction de l'excitation motrice. Or je parvins à inciser le cœur du lapin de telle manière que la cloison interauriculaire était tout à fait séparée des ventricules, et les battements normaux, coordonnés, dans leur succession normale, continuèrent sans modifications.

Pour Mac William, la continuité de tissu est assurée dans le cœur d'anguille par un faisceau musculaire constant. Mlle Lomakina fit dans mon laboratoire de patientes recherches sur les fibres nerveuses du cœur, et réussit à troubler la succession régulière des systoles auriculaires et ventriculaires en liant quelques-unes de ces fibres nerveuses (1). Chose curieuse, une ligature effectuée au niveau de l'artère pulmonaire fit cesser la succession des systoles auriculaires et ventriculaires comme si, à ce niveau, il se trouvait des éléments nerveux supérieurs, dominant l'ensemble du fonctionnement cardiaque et analogues, au point de vue fonctionnel, au centre général de la déglutition dans la moelle allongée.

Mais ces faits trouvèrent peu d'écho auprès des myogénistes, qui continuèrent à chercher des connexions musculaires (des *ponts* musculaires) entre les oreillettes et les ventricules.

Presque simultanément Retzer (2), élève de Spalteholz, Bräunig (3), élève d'Engelmann et Humblet (4), dans le laboratoire de Frédéricq, à Liége, découvrirent des faisceaux musculaires réunissant les cavités cardiaques. Ces faisceaux sont décrits avec soin et nous ne nions pas leur existence; mais nous trouvons exagérée l'importance qu'on leur accorde. Il nous est arrivé très souvent, lorsque nous étudiions les effets de la ligature des vaisseaux coronaires, de voir des faisceaux musculaires aberrants passer par-dessus ces vaisseaux, chez certains de nos animaux; mais ces faisceaux n'avaient pas la moindre constance. De même nous ne croyons pas à la constance du faisceau atrio-ventriculaire. Nous avons fait faire dans notre laboratoire des coupes en séries avec beaucoup de soin, sans le trouver. Retzer reconnaît ne pas l'avoir vu chez le mouton, le porc, le cheval, le veau; on le décrit chez le chien, chez l'homme et chez le lion.

Il y a plus : Humblet, après avoir ouvert l'oreillette, alla détruire le faisceau musculaire en question et vit la coordination des battements de l'oreillette et du ventricule se rompre. Il se servait de cœurs ayant donc subi une forte hémorragie ou d'autres qui étaient artificiellement nourris au liquide de Locke.

J'ai repris cette question en me servant d'un procédé différent, qui me

(1) *Zeitschrift für Biologie*, Bd. XXXIX, 1904, p. 3.
(2) *Arch. f. Anat.* (*und Physiol.*). Supplément, 1904.
(3) *Arch. f. Anat.* (*und Physiol.*), 1904, p. 12.
(4) *Arch. internat. de Physiol.*, t. I, 1904, p. 1.

permet d'exécuter l'expérience sans la moindre hémorragie. Au moyen d'une aiguille courbe je fais passer un fil autour de la région du cœur que je veux étudier. Je serre le fil ensuite et j'obtiens une ligature, empêchant à coup sûr toute conduction à travers les fibres qu'elle englobe. Je fais ainsi une série de sutures contiguës les unes aux autres, afin d'être très sûr de comprendre le faisceau auriculo-ventriculaire dans la ligature, en partant de la racine de l'aorte pour aboutir au point de jonction de l'auricule avec la base de l'oreillette. Plusieurs fois j'ai ainsi lié toute la région du sillon atrio-ventriculaire droit chez le chien, jusqu'au delà de la ligne médiane; après la mort de l'animal, je puis constater que la région dans laquelle le faisceau était censé se confondre avec la musculature du ventricule droit (d'après Spalteholz) était comprise dans la ligature.

Je n'ai jamais vu la succession de pulsations s'interrompre ou se modifier.

Je crois devoir signaler ces expériences à l'Académie, en appelant son attention sur le procédé de ligature qui permet d'intervenir sans hémorragie.

Je reste convaincu que, même dans les cas où le faisceau musculaire atrio-ventriculaire existe, il ne joue aucun rôle dans la conduction des impulsions motrices, et que celle-ci se fait uniquement par l'intermédiaire d'éléments nerveux.

PHYSIOLOGIE. — *Variations des processus morbides suivant la composition des organes.* Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. d'Arsonval.

En inoculant à des animaux, en particulier à des lapins, certains parasites végétaux, tels que l'*Oospora Guignardi*, l'oïdium qui cause le muguet et surtout un nouveau champignon recueilli sur des vignes malades ([1]), on provoque les troubles morbides les plus disparates; non seulement en faisant varier l'agent pathogène ou l'espèce animale, ces troubles, suivant une foule de conditions de quantité ou de qualité concernant cet agent ou cette espèce, se modifient, mais, pour un même infiniment petit introduit, pour un même sujet contaminé, d'un organe à l'autre, au point de vue des

([1]) MM. Mangin et Viala ont bien voulu nous fournir des cultures de ce Champignon; ils donneront une étude botanique détaillée de cette nouvelle espèce qui, en raison de ses actions sur les corps gras, a mérité l'épithète de *stearophora*.

symptômes, des lésions, du mécanisme des désordres, les processus varient : chaque appareil semble faire la maladie à sa façon.

Injecté dans le péritoine, ce Champignon rencontré sur la vigne détermine, en se greffant, l'apparition de nodules souvent nombreux, offrant des taches noirâtres dues au pigment du parasite et par suite présentant l'apparence d'une carcinose mélanique; de dimensions variables, atteignant parfois le volume d'une grosse noix et pesant jusqu'à 7g et 8g, ces nodules ont l'aspect de sortes de tumeurs; néanmoins, constitués par des fibrilles conjonctives, des lymphocytes et de discrets polynucléaires, leur caractère est trop inflammatoire pour qu'on les assimile à de vrais néoplasmes.

On retrouve ce Champignon dans l'intimité des viscères et si, même à l'état de spores, on tient compte de ses proportions plus considérables que celles des bactéries, sa pénétration prouve qu'on s'étonne à tort de voir ces bactéries franchir des barrières épithéliales glandulaires, barrières que, du reste, traversent des globules du sang.

Dans le rein, on ne décèle pas trace d'organisation nodulaire; le végétal existe sous forme habituelle de levures, à l'état d'éléments ovoïdes. En dehors d'assez communes hémorragies, les altérations portent avant tout sur les cellules du revêtement des tubuli, cellules fréquemment granuleuses, irrégulières, diminuées de hauteur, soudées ensemble, détachées de leur membrane de soutien, obstruant la lumière des canaux urinifères et formant des cylindres.

Dans le foie les modifications histologiques sont différentes et se rapprochent davantage de celles du péritoine; les lésions sont constituées par des sortes de nodules ou îlots. Au centre de ces lésions on décèle des filaments mycéliens plus ou moins allongés ou entrecroisés; à ce niveau le tissu de l'organe est comme raréfié ou, par places, a disparu; à une certaine distance de ces filaments on découvre des cellules ou fractions de cellules hépatiques altérées, disposées sans ordre et, à mesure qu'on se rapproche de la périphérie de ces îlots nettement limités par une capsule fibreuse protectrice, on aperçoit des noyaux de plus en plus nombreux et quelques leucocytes. En somme, le processus se rapproche de l'hépatite nodulaire, qui n'est pas sans rapport avec des formations adénomateuses; ces lointaines comparaisons ont aussi pour elles l'absence totale, dans ces productions de la glande biliaire comme dans celles de la séreuse, de tendance à la suppuration.

Évidemment les autres appareils ne sont pas indemnes; déjà nous avons signalé des dépôts calcaires et des tares du squelette [1]. Toutefois, dans les conditions réalisées par nous, c'est au sein du tissu hépatique ou rénal qu'on enregistre, bien qu'à des degrés divers, les désordres les plus accen-

---

[1] *Voir* Charrin et Delamare, *Comptes rendus*, 28 juillet 1902, et Charrin et Le Play, *Soc. biol.*, 9 juillet 1904.

tués et, si l'on veut obtenir des cultures du parasite inoculé, on doit avant tout semer le rein et plus encore le foie. D'ailleurs, à moins d'user d'espèces pathogènes spéciales, quand, *in vitro*, dans ces cultures on introduit des hydrates de carbone, le développement est, en général, plus abondant que dans les milieux essentiellement constitués par des éléments protéiques; de plus, en présence de ces hydrates de carbone, nos Champignons et même le bacille pyocyanique [1] sont habiles à fabriquer des acides et de l'alcool; on rapporte même à un processus de cet ordre l'apparition de cet alcool dans l'intestin d'animaux n'ayant jamais absorbé une parcelle de ce produit. Or, au sein de la glande biliaire, les agents parasitaires utilisés rencontrent ces hydrates de carbone si manifestement favorables à leur végétation et à leur aptitude à engendrer, aux dépens des sucres, ces composés alcooliques; à beaucoup près, à cet égard, le rein n'offre pas à ces agents les mêmes facilités. La certitude des analogies autorise ces rapprochements; tout au plus peut-on supposer que, dans l'économie, si l'alcool apparaît, il est promptement détruit ou éliminé.

Quoi qu'il en soit, les considérations formulées permettent de comprendre comment les différences constatées dans l'état pathologique du foie et des reins d'un animal aux prises avec un unique parasite sont liées à des modalités pathogéniques distinctes. Disposé en filaments mycéliens, le champignon possède une activité végétative plus grande que sous la forme levure; à cet état filamenteux il occupe, en général, plus d'espace et, par suite, au point de vue mécanique, cause plus de troubles. En outre, cette activité végétative réclame plus d'aliments; par surcroît, ce champignon préfère, aux principes nutritifs que renferme l'émonctoire rénal, ceux que la glande biliaire met à sa disposition; comme ces principes ne sont autres que les éléments des parenchymes de ces viscères, on comprend pourquoi, dans cette glande, ce parenchyme est plus profondément atteint que dans cet émonctoire.

En troisième lieu, à une nutrition plus intense correspond un pouvoir de sécrétion plus considérable. Il en résulte que, dans le foie, l'agent inoculé donne naissance à des corps morbifiques qui, par leur quantité aussi bien que par leurs qualités dues en partie à la nature des matériaux à élaborer, l'emportent sur ceux que cet agent produit dans le rein. Or, c'est avant tout à l'aide de ces corps, à l'aide de leurs sécrétions, que ces parasites agissent.

(1) *Voir* CHARRIN et DISSARD, *Soc. biol.*, 1893, et ANTOINE, *Thèse de Pharmacie*, Paris, 1902.

En définitive, les variations de constitution des organes entraînent, dans les principaux processus pathogéniques, des différences qui font que, suivant chacun de ces organes, le mal revêt des allures spéciales. Ainsi se trouve mise une fois de plus en évidence l'influence du terrain; chez un même sujet, d'un appareil à l'autre, le milieu change et, sans tenir compte des diversités réactionnelles des tissus, de ces changements dérivent des modifications portant sur l'agent pathogène, sur le parenchyme envahi, sur les produits morbifiques élaborés, etc., autrement dit sur les conditions qui président à la genèse, au mécanisme des accidents morbides, en dernière analyse sur ces accidents.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Hydrolyse du glycogène hépatique produite par l'injection de l'amylase dans la veine porte.* Note de M. **Pariset**, présentée par M. Dastre.

L'injection de suc pancréatique stérile dans la veine porte à l'aide d'une canule en T, des prises de sang dans la veine porte et la veine sus-hépatique et les dosages du sucre dans ces prises ont permis d'obtenir les résultats suivants :

I. 10 février 1904 :	Sang sus-hépatique.......	2^g,06 par litre
	Sang porte..............	2,46
II. 13 février 1904 :	Sang porte..............	1,52
	Sang sus-hépatique.......	2,33
	Sang porte..............	1,41
	Sang sus-hépatique.......	1,93

Dans ces deux expériences, le sang de la veine porte n'était pas pris par une canule en T, mais par une canule droite ordinaire; il y avait donc oblitération de la veine porte.

III. 20 février 1904 :	Sang porte..............	2^g,00 par litre
	Sang sus-hépatique.......	2,37
IV. 23 février 1904 :	Sang porte..............	1,25
	Sang sus-hépatique.......	1,16
	Sang porte..............	1,25
	Sang sus-hépatique.......	1,11
	Sang sus-hépatique.......	1,52 (1)

(1) Après oblitération de la veine porte.

V. 3 mars 1904 :	Sang porte..............	2g,06
	Sang sus-hépatique.......	1,78
	Sang porte..............	2,08
	Sang sus-hépatique.......	1,93
	Sang porte..............	2,21 (1)
VI. 17 mars 1904 :	Sang porte..............	1,71 par litre
	Sang sus-hépatique.......	2,13

injection de 10cm³ de suc pancréatique :

	Sang sus-hépatique.......	2,57
VII. 15 avril 1904 :	Sang porte..............	2,40
	Sang sus-hépatique.......	»

injection de 20cm³ de suc pancréatique :

	Sang sus-hépatique.......	4,18
	Sang sus-hépatique.......	5,16
	Sang sus-hépatique.......	3,44 par litre
	Sang sus-hépatique.......	4,42
VIII. 21 avril 1904 :	Sang porte..............	1,19
	Sang sus-hépatique.......	1,98

injection de 20cm³ de suc pancréatique :

	Sang sus-hépatique.......	2,50
	Sang porte..............	1,24
	Sang sus-hépatique.......	3,10
IX. 23 avril 1904 :	Sang porte..............	1,43
	Sang sus-hépatique.......	1,32

injection de 20cm³ de suc pancréatique :

	Sang sus-hépatique.......	2,21

Les résultats de ces expériences m'ont donc permis de conclure que l'injection de suc pancréatique dans le sang porte augmente parfois du *simple* au *double* la quantité de sucre dans la veine sus-hépatique.

Le suc pancréatique étant très alcalin, on pouvait penser que cette alcalinité jouait un rôle dans l'hydrolyse du glycogène hépatique.

L'expérience suivante n'a pas confirmé cette hypothèse : l'injection de carbonate de soude en solution à 5 pour 1000 a donné les résultats suivants :

26 novembre 1904 :	Sang porte..............	1g,29 par litre
	Sang sus-hépatique.......	1,40

(1) Après oblitération de la veine porte.

injection de 30^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 5 pour 1000 :

Sang porte	$1^g,03$
Sang sus-hépatique	1,30
Sang porte	1,10
Sang sus-hépatique	1,10

Donc pas d'augmentation du sucre sus-hépatique par une injection alcaline.

Vu la difficulté du manuel opératoire jusqu'ici employé, j'ai abandonné la canule en T pour me servir avec avantage d'une sonde de verre que j'introduis dans la veine porte en passant par une de ses collatérales.

Dans ces conditions, reprenant l'expérience type, avec le suc pancréatique, j'ai obtenu :

17 novembre 1904 :	Sang porte	$1^g,04$ par litre
	Sang sus-hépatique	1,14

injection de 20^{cm^3} de suc pancréatique :

Sang sus-hépatique	1,61 (¹)
Sang porte	1,24

Ayant éliminé l'hypothèse de l'alcalinité comme cause efficiente, restait à vérifier si l'action hydrolysante était bien le fait d'un ferment.

L'injection de suc pancréatique *bouilli* donne les résultats suivants :

24 décembre 1904 :	Sang porte	$1^g,27$ par litre
	Sang sus-hépatique	1,27

injection de 20^{cm^3} de suc pancréatique bouilli :

Sang porte	1,34
Sang sus-hépatique	1,27
Sang sus-hépatique	1,50
Sang sus-hépatique	1,46

On voit qu'il y a une augmentation très minime de sucre, qui diminue dès la troisième prise; elle est due sans doute à la perturbation produite dans le foie par l'injection.

Pour confirmer la réalité de l'injection d'un ferment et pour la mettre en évidence par une sorte d'exagération des phénomènes, j'ai injecté dans la veine porte une diastase très active, amylase végétale extraite du malt.

(¹) Pris immédiatement après l'injection.

Voici quels ont été les résultats :

20 janvier 1905 :	Sang porte...............	1,06 g par litre
	Sang sus-hépatique.......	1,10

injection de 20^{cm^3} d'une solution d'amylase à 2 pour 100 :

	Sang sus-hépatique.......	1,19
	Sang porte...............	1,04
	Sang sus-hépatique.......	1,72
27 janvier 1905 :	Sang porte...............	0,96
	Sang sus-hépatique.......	1,44

injection de 20^{cm^3} d'une solution d'amylase à 2 pour 100 :

Sang porte...............	»
Sang sus-hépatique.......	1,46
Sang sus-hépatique.	2,31
Sang sus-hépatique.......	2,29

Les résultats de ces expériences permettent de conclure que l'action hydrolysante produite sur le glycogène du foie par l'injection de suc pancréatique dans la veine porte est due au ferment amylolytique qu'il contient.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excitation des nerfs par les ondes électriques très brèves.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

La théorie classique de l'excitation électrique, qui admet comme seule cause efficace d'excitation la variation du courant traversant un nerf (loi de Du Bois-Reymond), explique de la manière suivante l'action des ondes très brèves : le courant, passant rapidement de o à la valeur maximale, produit une excitation puis, repassant immédiatement ou au bout d'un temps extrêmement court de cette valeur à o, il produit une deuxième excitation ; ces deux excitations se fusionnent en une seule ; la secousse unique obtenue ainsi représente par conséquent à la fois la secousse de fermeture et la secousse d'ouverture qu'on observerait pour un passage de courant durant un certain temps.

On peut démontrer expérimentalement, sans faire intervenir aucune considération théorique sur la cause de l'excitation elle-même, que la secousse produite par une onde très brève répond exclusivement à la secousse de fermeture de la description classique.

1° *L'excitation produite par une onde très brève naît, dans les mêmes conditions que l'excitation de fermeture classique, à l'électrode négative, quelle que soit la forme de l'onde.*

On sait depuis longtemps que l'onde fournie par un appareil d'induction (chariot de Du Bois-Reymond) au moment de la rupture du courant primaire excite une préparation physiologique à son point de sortie. Cette localisation polaire n'offre pas grande difficulté d'interprétation pour la théorie classique qui admet qu'entre deux variations de courant égales et de signe contraire la variation positive (fermeture) est la plus efficace; cette onde d'induction, en effet, présente, si on la figure par la courbe des intensités en fonction du temps, la forme d'une pointe à peu près symétrique dont la durée est de l'ordre du millième de seconde (¹).

A fortiori cette théorie classique peut-elle s'accommoder du fait connu qu'une décharge de condensateur produit aussi l'excitation à la cathode. Une telle décharge se produit dans les conditions ordinaires de l'excitation physiologique (circuit de très grande résistance avec self-induction négligeable) sous forme d'une variation brusque de 0 à une valeur maximale avec une descente logarithmique : elle doit donc, dans cette théorie, agir essentiellement comme excitation de fermeture.

Mais on peut se servir d'une onde très brève de forme inverse : c'est-à-dire dans laquelle l'intensité croîtra progressivement jusqu'à un maximum d'où elle retombera brusquement à 0. Une telle onde dans la théorie classique devrait produire essentiellement une excitation d'ouverture; en fait, cette excitation naît, comme dans les cas précédents, à la cathode.

Je me suis servi, pour avoir des ondes bien mesurées et modifiables à volonté, d'un dispositif rhéotomique construit sur le principe de celui de G. Weiss (²). Soit un circuit A, B, C, D donnant une différence de potentiel réglable à volonté entre A et D; entre A et B, il y a une résistance de quelques milliers d'ohms sans self-induction; entre C et D sont les électrodes sur lesquelles repose le nerf (résistance de l'ordre de 100000 ohms); un fil métallique placé de B en D fait court-circuit, de sorte qu'il ne passe par le nerf qu'un courant absolument négligeable. Si, au moyen d'une balle de pistolet, on coupe successivement BD, puis BC, le courant passe par le nerf pendant le temps qui sépare les deux ruptures; l'onde d'excitation a ainsi une forme rectangulaire et sa durée peut facilement être réglée et connue au dix-millième de seconde. Mais, si l'on met une self-induction en B ou une capacité en dérivation de B à D, on

(¹) Voir les *Oscillogrammes* de ces ondes que j'ai publiés dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale,* septembre 1904.

(²) *Archives italiennes de Biologie,* t. XXXV, 1901, p. 432.

aura une onde de la forme cherchée et qui pourra être connue exactement dans les conditions de l'excitation.

Pour déterminer le pôle excitant j'ai employé le principe de l'excitation unipolaire double de Chauveau, le dispositif étant le suivant : sur une grenouille, les nerfs lombaires sont séparés de la moelle à leur origine, puis tout le corps de l'animal jusqu'à la naissance des cuisses ayant été enlevé, on place les nerfs droits sur une électrode, les nerfs gauches sur une autre; le circuit est ainsi fermé entre les nerfs droits et les nerfs gauches par un large pont de substance musculaire qui forme pour chaque nerf à cette extrémité une électrode diffuse; au contraire les électrodes impolarisables sont terminées par un petit morceau de terre poreuse imbibée de solution physiologique, taillé de façon à présenter au contact du nerf une arête aiguë. Ainsi l'action spécifique des pôles apparaît d'une façon très claire : on voit, pour une large échelle d'intensités, la patte correspondant à la cathode donner seule une secousse à la fermeture; l'autre patte une secousse à l'ouverture.

2° *Dans une onde très brève, la rupture du courant ne joue aucun rôle dans l'excitation.*

Au moyen du rhéotome balistique décrit ci-dessus on peut faire passer dans un nerf un courant constant pendant des temps qui seront successivement 1, 2, 3, ...; l'unité de temps étant inférieure au millième de seconde. Si l'on attelle un gastro-cnémien de grenouille ou de crapaud à un myographe et qu'on l'excite suivant ce schème par l'intermédiaire de son nerf, on observe pour une intensité convenablement choisie que la secousse, nulle pour le temps le plus court, apparaît avec une certaine durée d'excitation et croît pour des durées plus longues en tendant vers un maximum.

Ce maximum étant atteint, par exemple avec une durée de 3 millièmes de seconde, on dispose les fils de telle sorte que le court-circuit seul soit coupé et non le circuit d'excitation. On obtient ainsi un courant de même intensité, s'établissant exactement dans les mêmes conditions, mais durant indéfiniment. La secousse produite est la même qu'avec l'onde brève précédente.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Reproduction expérimentale de la lèpre chez le singe*. Note de M. Charles Nicolle, présentée par M. E. Roux.

Une des affections spéciales à l'homme les plus anciennement connues est la lèpre. Son agent pathogène a été découvert dès les premiers temps de la Microbiologie par Hansen. Depuis cette époque, l'étude scientifique de la maladie n'a fait, pour ainsi dire, aucun progrès. On ne sait ni cultiver

le bacille lépreux, ni reproduire la lèpre chez les animaux. Une expérience tentée sur l'homme, dans des conditions en quelque sorte légales, n'a donné qu'un résultat discuté.

La reproduction expérimentale d'une maladie humaine chez l'animal étant la condition indispensable de son étude, j'ai pensé qu'il y avait lieu de reprendre sur ce point les expériences des auteurs avec une technique nouvelle. Je me suis adressé, comme animal d'expérience, au singe et j'ai fait choix d'une espèce sur laquelle j'avais antérieurement reproduit deux maladies regardées longtemps comme spéciales à l'homme : le chancre mou et le chancre syphilitique. Cette espèce est le *Macacus sinensis* (bonnet chinois).

Grâce à la complaisance de M. le Dr Hayat, il m'a été possible de prélever, chez un cocher de Tunis atteint depuis quatre ans de lèpre tuberculeuse généralisée, un fragment de tissu lépreux. De ce fragment j'ai fait deux parts : l'une, fixée et incluse dans la paraffine, m'a permis de contrôler par un examen microscopique le diagnostic clinique de lèpre que mon confrère et moi nous avions porté; l'autre a été utilisée comme matériel pour les inoculations.

Le 28 novembre 1904, quelques minutes seulement après la biopsie, j'inocule le produit de broyage de ce fragment, dilué dans de l'eau physiologique stérile, à un bonnet chinois femelle en plusieurs points :

1° Sur la région temporo-frontale des deux côtés, après scarification superficielle;

2° Sur la muqueuse conjonctivale de l'œil droit par friction, sans érosion préalable;

3° Sur les deux muqueuses nasales gauche et droite, cette dernière préalablement excoriée;

4° Au-devant de l'oreille gauche, sous la peau;

5° Dans l'épaisseur du pavillon de l'oreille. En ce dernier point, la densité du tissu m'a semblé telle que j'ai eu l'impression de n'avoir rien inoculé.

Un autre singe macaque, appartenant à une espèce voisine, que je n'ai pu encore déterminer, a été soumis en même temps à des inoculations identiques, à ces seules différences près qu'il n'a été tenté chez lui aucune inoculation dans le tissu du pavillon de l'oreille et que, par contre, quelques gouttes de virus lui ont été injectées dans la cavité péritonéale.

Les échecs de mes prédécesseurs ont été la cause de la multiplicité des voies d'inoculation que j'ai employées. J'avais assez d'espoir dans la voie nasale, celle-ci n'ayant été probablement jamais tentée et la lèpre paraissant débuter fréquemment chez l'homme par le nez. C'est la voie sous-cutanée qui m'a donné seule, du moins jusqu'à présent, des résultats.

Les suites immédiates des inoculations furent des plus simples. 4 jours plus tard, toute trace d'intervention était disparue chez les deux singes. Ceux-ci fréquemment observés n'ont présenté aucun symptôme local ou général pendant 2 mois. Un examen de leur mucus nasal pratiqué le 21 décembre ne montrait aucun microbe donnant la réaction d'Ehrlich, par conséquent pas de bacilles lépreux. Je dois faire remarquer

que ces deux singes étaient au moment de l'expérience en parfaite santé; l'un d'eux, le bonnet chinois, est à l'Institut Pasteur de Tunis depuis plus de 1 an, l'autre depuis 6 mois.

Le 29 janvier (62e *jour*), *j'insiste sur cette longue incubation,* la région préauriculaire gauche du bonnet chinois fait une légère saillie, et l'on constate à la palpation l'existence d'un petit nodule sous-cutané, dur, irrégulier, indolore. La même lésion s'observe chez l'autre singe, mais le nodule est de dimensions moindres.

2 jours après, chez le bonnet chinois, l'extension des lésions est très manifeste, la peau devient adhérente en un point très localisé et présente à ce niveau une teinte rouge sombre discrète.

Le 4 février, une lésion nouvelle se montre chez le même animal; elle consiste en deux petits nodules indurés et rouges siégeant au niveau de la partie moyenne du pavillon à l'oreille; à la palpation, on sent un cordon dur qui réunit les deux éléments. Ces lésions ont exactement pour siège le trajet de l'aiguille qui a servi à l'inoculation, que je supposais avoir été virtuelle et qui ne l'avait pas été entièrement.

Depuis cette époque jusqu'au 11 février, l'aspect des lésions est resté le même, les dimensions des divers éléments se sont seulement accrues. A cette date, le nodule préauriculaire du bonnet chinois atteint le volume d'une noisette; je pratique alors l'ablation d'une partie de cet élément.

L'examen microscopique de la pièce, après coloration par l'hématéine et la méthode d'Ehrlich, montre l'existence dans l'hypoderme de plusieurs petits nodules constitués par accumulation de lymphocytes et de leucocytes mononucléaires. Pas de cellules géantes, aucune trace de caséification, les vaisseaux ne paraissent pas participer au processus inflammatoire. Les bacilles lépreux sont en nombre assez restreint, ils siègent uniquement ou presque uniquement dans des cellules. Celles-ci ont le caractère des leucocytes mononucléaires ordinaires, de dimensions parfois un peu plus considérables que la normale. Elles contiennent un, deux ou plusieurs bacilles lépreux; la cellule la plus parasitée que j'aie rencontrée sur mes coupes en présentait une douzaine. Nulle part on ne trouve comme chez l'homme de ces cellules lépreuses volumineuses remplies d'un nombre prodigieux de bactéries. L'absence de ces cellules constitue la seule différence sensible entre la structure du léprôme de notre singe et celle des léprômes humains. Il est d'ailleurs vraisemblable qu'il ne s'agit là que d'une différence d'âge dans les lésions (le léprôme du singe n'avait que 14 jours d'existence au moment de mon examen), et il sera intéressant de voir plus tard si ces mononucléaires déjà porteurs de quelques bactéries ne s'enrichissent pas progressivement en microbes et ne s'hypertrophient pas parallèlement jusqu'à présenter les dimensions et l'aspect des cellules lépreuses de l'homme.

Dans ces cellules, le bacille lépreux se présente avec ses caractères ordinaires : il est généralement assez court, plus court que le bacille tuberculeux; le plus grand nombre des individus est coloré fortement par la méthode d'Ehrlich, quelques-uns présentent cet aspect granuleux si commun chez le bacille tuberculeux des tissus et aussi chez le bacille lépreux de l'homme.

L'interprétation de ces faits ne peut prêter à aucun doute. La maladie reproduite est la lèpre; on peut donc espérer que l'étude expérimentale de cette infection jusqu'alors inaccessible à nos recherches va devenir possible.

Dès à présent, des expériences sont en cours à l'Institut Pasteur de Tunis pour déterminer si la lèpre du singe est réinoculable au singe infecté et transmissible par inoculation de cet animal au singe neuf.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle des charriages dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Des explorations sommaires faites récemment dans la partie centrale des Pyrénées espagnoles, jusqu'à la limite des terrains primaires, m'ont montré que, dans les vallées de l'Esera et des Nogueras, ceux-ci présentent un plongement constant de leurs assises vers le nord et que les répétitions de couches qu'on y observe sont dues à des plis poussés vers le sud; les couches secondaires en bordure montrent aussi la trace de poussées dirigées dans le même sens. Par contre, lorsqu'on revient vers le nord, on traverse d'abord une région axiale, où le sens du déversement des plis est hésitant et variable, et l'on constate ensuite que, sur le versant français, les plis sont légèrement, mais uniformément, déversés vers le nord. *La zone centrale des terrains primaires présente donc une disposition en éventail,* dans laquelle les plis du versant nord sont peu déversés.

Au contraire, la zone secondaire située en avant montre des complications tectoniques bien plus grandes; on y observe des plis fortement couchés et de vrais chevauchements, toujours poussés au nord. De plus, cette zone secondaire contient encore d'importants affleurements primaires, mais en *massifs isolés* et tranchant par leur allure avec la continuité de la zone centrale, et l'on constate que la plupart d'entre eux ne sont formés que par une série *simple* des divers étages primaires, qui se succèdent dans

l'ordre stratigraphique normal avec un plongement régulier au nord, sauf quelquefois sur leur bord septentrional où se montrent alors des plis poussés au nord et servant de racine à ceux de leur couverture secondaire. Il faut mettre en évidence le fait que cette série unique débute souvent par des gneiss, alors que ceux-ci ne se montrent que dans la partie axiale de la zone centrale et que cette dernière se termine vers son bord nord par ses couches les plus récentes. Cette constatation acquiert une grande portée lorsqu'on remarque que les massifs en question sont immédiatement contigus à la zone centrale et n'en sont séparés que par une bande secondaire très mince, souvent réduite à une simple lame d'un calcaire devenu marmoréen, et qui souvent même s'étire complètement; dans ce cas, les massifs primaires en question acquièrent manifestement une *disposition imbriquée* par rapport à la zone centrale. On observe de plus que ce contact anormal se poursuit sur une longueur considérable, depuis Sarrancolin (et même probablement plus à l'ouest) jusqu'auprès d'Ax-les-Thermes, où la bande secondaire qui sert de jalon vient en apparence se fusionner avec la couverture du massif primaire du Saint-Barthélemy; elle conserve en réalité son individualité beaucoup plus loin vers l'est et j'espère prochainement suivre cette longue dislocation jusqu'au voisinage de la Méditerranée.

Maintenant que nous sommes fixés sur la très grande longueur de ce contact anormal, qui nous montre bien qu'il ne peut s'agir de phénomènes locaux, nous allons en préciser la nature. J'ai déjà conclu, d'après le seul examen du Primaire, qu'il y a superposition de la zone secondaire, avec ses massifs primaires isolés, par rapport à la zone centrale; l'étude sommaire du Secondaire va nous fournir des arguments nouveaux et je me bornerai ici à quelques faits observés aux environs de Saint-Béat, à la terminaison orientale du massif primaire qui vient, de Sarrancolin, disparaître au pied du Pic de Gar sous sa couverture régulière et continue depuis la Neste. Tout d'abord, cette série secondaire se différencie de la couverture de la zone centrale, bien observable et complète auprès de Boutx, en ce qu'elle ne montre pas à sa base les grès permotriasiques qui constituent un des termes les plus constants de cette dernière depuis la Neste jusqu'à la Garonne et que j'ai retrouvés en témoins transgressifs à l'intérieur de la zone centrale. D'autre part, la façon évidente dont le marbre de Saint-Béat s'enfonce sous la série secondaire du Cagire et la liaison évidente de celle-ci avec son substratum primaire qui finit à Bézins m'ont amené aux

conclusions tectoniques suivantes : 1° *le bord nord de la zone primaire centrale et sa couverture secondaire très laminée s'enfoncent au nord sous le massif primaire situé en avant;* 2° *les terrains primaires de celui-ci,* qui débutent ici par les gneiss de Marignac, *disparaissent en s'étirant à la base de la nappe charriée* et celle-ci n'est plus formée momentanément, à l'est de Bézins, que par leur couverture secondaire superposée à celle de la zone centrale.

C'est avec le même caractère de réapparition à la base de la nappe charriée que se présente le massif gneissique de Castillon, dont la séparation d'avec un substratum localement granitisé est jalonnée, dans les vallées de Bethmale et d'Esbints, par une traînée très discontinue de lambeaux secondaires; à partir du Salat et jusqu'à Vicdessos, la bande secondaire reprend un assez grand développement et un aspect moins laminé, au sud du massif des Trois-Seigneurs, qui me paraît avoir une origine analogue. Puis après le bassin secondaire de Tarascon, qui montre aussi l'existence d'intenses refoulements vers le nord, la bande secondaire reprend son étroitesse habituelle au sud du massif du Saint-Barthélemy, qui appartient évidemment toujours à la même nappe. Quant à l'important massif primaire qui s'étend de Saint-Girons à Mercus, diverses raisons que je ne puis développer ici me le font, au contraire, considérer comme probablement autochtone et du moins inférieur à la nappe précédente.

Je ne puis non plus entrer dans aucun détail sur la limite nord des affleurements que je rapporte à cette grande nappe; je me bornerai à indiquer qu'on en trouve un témoin dans le chevauchement qui, de Prat à Montégut, vient au sud de Saint-Girons passer en arrière du massif que j'ai excepté et qui superpose, aux schistes siluriens granitisés de celui-ci, les calcaires urgoniens de la couverture renversée du massif de Castillon. De plus, je persiste à envisager les lambeaux triasiques de Salies-du-Salat et de Betchat comme des témoins isolés de la même nappe et il me paraît vraisemblable que la limite du refoulement de la nappe se trouve aux Petites-Pyrénées, que je suis même porté à considérer comme ayant peut-être été produites dans le substratum par le chevauchement même de la nappe en question.

Les divers arguments que j'ai énumérés très sommairement me semblent devoir entraîner l'existence d'une importante nappe charriée venue du sud et qui a été conservée, en avant de la zone primaire centrale en éventail, d'une façon remarquablement continue; mais mon hypothèse sera plus solidement étayée si j'indique une origine probable pour cette nappe. Le

fait que les lambeaux primaires conservés à sa base débutent fréquemment par des gneiss m'amène à en chercher la *racine* dans la partie axiale de la zone centrale et à l'y trouver dans cette étroite bande primaire, formidablement écrasée dans les gneiss, que M. Roussel a appelée *Bande de Mérens* et qui présente au plus haut degré la structure des racines connues des charriages aujourd'hui classiques. J'indiquerai, pour terminer, que la région du Bentaillou, au sud de Sentein, me semble pouvoir nous donner un témoin intermédiaire entre la racine et la région où la nappe a été habituellement préservée de l'érosion par son plongement au nord.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les météorites d'Amana.* Note de M. **G.-D. Hinrichs.**

Les météorites sont de la plus haute importance scientifique, car elles constituent la seule substance cosmique que les chimistes peuvent soumettre aux essais dans les laboratoires. Quand le grand météore du 12 février 1875 a projeté sur le comté d'Iowa un nombre considérable de pierres météoriques à une trentaine de kilomètres de ma demeure d'alors, j'ai dû sentir le devoir de ramasser ce matériel cosmique aussi complètement que possible pour le service des institutions scientifiques et notamment de celles de l'Europe. Les premières publications sur la chute de ces *météorites d'Amana* ont été insérées dans les *Comptes rendus* (t. LXXX, p. 1175, et t. LXXXI, 1875, p. 1025). Pour marquer le trentième anniversaire de cette chute de météorites, je voudrais bien présenter quelques faits inédits sur l'histoire et les propriétés générales de ces météorites notables.

La première pierre fut trouvée, 3 jours après la chute, sur les terrains du fermier Sherlock. Comme toutes les autres pierres sont restées exposées aux éléments pendant 7 semaines durant l'hiver exceptionnellement rigoureux (les températures minima étant de 30° C. au-dessous de 0), j'ai dû considérer la pierre Sherlock à part, et j'en ai présenté aux Musées de Paris (100^g et 37^g), de Londres (30^g et 51^g), et de Vienne (24^g) séparément comme type. Le premier échantillon fut adressé à M. Berthelot, le 19 mars 1875, avec la première notice sur la chute et avant la trouvaille des autres pierres.

La première décade de mars 1875 présentait encore une température de — 30°; mais cette rigueur fut suivie d'un temps modéré, et pendant la dernière décade de mars il y avait déjà du tonnerre et des pluies. Au commencement d'avril les fermiers travaillant leurs champs faisaient les premières trouvailles de pierres météoriques, et le 10 avril j'ai acheté les premières pierres dans la région même. Quand je n'ai pu obtenir les pierres par achat, j'ai demandé la permission de les retenir pour l'étude; de cette manière j'ai examiné 85 météorites du poids de 204^{kg}.

J'ai fait photographier ces météorites au cinquième, groupées dans les *six collections* suivantes :

				kg
Collection I,	9 pierres ([1]) pesant	....		24,684
»	II, 10	»	....	20,453
»	III, 11	»	....	40,152
»	IV, 3	»	....	33,774
»	V, 15	»	....	21,478
»	VI, 22	»	....	45,980
	Et 14 fragments	....		15,553
La « *pierre Sherlock* » (type)		....		2,057
Total, 85 météorites		....		204,131

Ces six photographies au cinquième permettent l'étude de la forme caractéristique de ces météorites; il paraît très probable que le météore est entré dans notre atmosphère sous forme d'une seule pièce discoïde dont le diamètre avait 70^{cm} environ, indiqué par l'apposition des deux principales pierres de 21^{kg} et de 34^{kg}. Les photographies des deux premières collections ont été présentées à MM. Daubrée, Maskelyne et Tschermack pour les musées de Paris, Londres et Vienne. Deux publications (au dixième) de ces photographies ont paru dans le *Chaperon* de Saint-Louis, septembre 1891, et dans ma *Chimie générale*, 1897, p. 45. Dans le Mémoire commémoratif actuellement sous presse on trouvera 5 planches in-8° de représentations des formes de ces météorites; il ne sera donc point nécessaire ici de donner une description détaillée de ces formes.

Les plus belles météorites dont j'étais propriétaire constituent mes collections I et II, du poids de $45^{kg},136$. J'ai présenté, en mai 1875, à douze musées de l'Europe, 74 pour 100 de ce poids; j'ai donné à mes associés ici 11 pour 100 et j'ai conservé 15 pour 100. Qu'on me permette d'indiquer la signification de ces nombres.

Les deux chutes les plus notables de pierres météoriques de l'État d'Iowa sont celles d'Amana 1875 et de Forest City 1890; à cette dernière époque je n'étais plus en Iowa. J'ai fait don de $33^{kg},387$ de météorites d'Amana à douze collections d'Europe.

Ces mêmes collections ont acquis, d'après les données de Wülfing ([2]), $3^{kg},392$ de Forest City, dont $2^{kg},560$ font parti de la riche collection du British Museum, ne laissant aux onze autres collections que 830^{g}. Mais ces deux chutes ont fourni, d'après la même autorité (Wülfing) à peu près le même poids observé (*nachweisbar*), soit $124^{kg},5$ d'Amana et 122^{kg} de Forest City. Apparemment j'ai compris assez bien le devoir que je m'étais imposé.

D'après la coutume américaine, j'ai désigné ([3]) ces météorites sous le nom du comté (County) où elles sont tombées, c'est-à-dire : « *Iowa County, État d'Iowa* ». Mais cette désignation est trop vague, le comté d'Iowa ayant une étendue de 1600^{km^2}.

([1]) Avec croûte complète ou à très peu près.

([2]) *Die Meteoriten in Sammlungen*, 1897, p. 122.

([3]) *Comptes rendus*, t. LXXX, 1875, p. 1175.

J'ai donc dû adopter la méthode européenne et désigner la localité par le nom de la commune d'*Amana* sur le territoire de laquelle sont tombées les plus grandes de ces météorites. Cette désignation : « *Amana, Iowa County, Iowa, États-Unis* », a été annoncée (¹) par Daubrée et usitée par lui depuis (²) comme l'a fait aussi M. Tschermak dans son catalogue officiel de la collection de Vienne (³). Cette désignation est donc légitimement établie.

L'étiquette « *West Liberty, Iowa County, Iowa* » est erronée; car il n'y a point de West Liberty dans le comté d'Iowa, et il n'est jamais tombé de météorite à West Liberty, ville distante de plus de 60^{km} de la région où les météorites d'Amana ont été trouvées.

J'ai fait beaucoup d'examens chimiques sur ces météorites d'Amana, mais tous mes efforts pour déceler une différence constante entre les globules (chondres) et la masse ont échoué; même la séparation mécanique paraît tout à fait illusoire. La composition moyenne de ces pierres est : 7 pour 100 de fer nickelé, 1,8 pour 100 de troïlite et 91,2 pour 100 de silicates dont 46,8 oliviniques. Le fer dans ces sporadosidères présente souvent des caractères syssidériques. J'ai séparé de petites masses dont le poids spécifique était 4,6 et au-dessus, et dont les surfaces polies montraient le fer parfaitement continu. Ces faits m'ont induit à entreprendre une étude sur le poids spécifique de ces météorites dont les résultats seront exposés prochainement.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Lions des cavernes.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

Grâce à la générosité du baron Edmond de Rothschild, je viens de faire installer, dans la galerie de Paléontologie du Muséum, une vitrine renfermant huit squelettes de grands carnassiers trouvés dans des gisements quaternaires français : trois Ours des cavernes, une Hyène des cavernes, un Loup des cavernes, trois Lions des cavernes.

Nous avions depuis longtemps deux des squelettes d'Ours; le troisième, qui est le plus grand, faisait partie de la collection Filhol; il a été offert au

(¹) Séance du 29 novembre 1875 (*Comptes rendus*, t. LXXXI, 1875, p. 1025).
(²) *Comptes rendus*, t. LXXXII, 1876, p. 950.
(³) *Mineralogische Mittheilungen*, 1877, p. 309-310.

Muséum par M. Edmond de Rothschild. Nous possédions aussi les squelettes d'Hyène et de Loup trouvés, avec le petit Ours, dans la caverne de Gargas par M. Félix Regnault.

Les squelettes de Lions sont des pièces magnifiques entrées tout récemment. En 1900, nous avons reçu des héritiers d'Alphonse Milne-Edwards le squelette à peu près complet d'un grand Chat découvert par Bourguignat dans la caverne Mars, près de Vence (Alpes-Maritimes). En 1902, M. Serres, agrégé de l'Université, nous fit parvenir une caisse d'ossements fossiles recueillis dans une poche de terre phosphatée, près de Cajarc (Lot); cet envoi comprenait le squelette entier d'un énorme Félin. Le troisième squelette est celui qu'Édouard et Henri Filhol avaient retiré de la caverne de L'Herm (Ariège) et dont ils avaient publié une monographie; à la mort de H. Filhol, M. Edmond de Rothschild a bien voulu l'acquérir également pour le Muséum.

Je ne crois pas qu'aucun autre musée paléontologique possède une collection si complète des grands fauves de l'époque quaternaire. M. Albert Gaudry et moi avons publié un Mémoire accompagné de planches sur nos squelettes d'Ours, d'Hyène et de Loup des cavernes. Ces animaux sont aujourd'hui bien connus. Il n'en est pas de même des grands Félins quaternaires. Les paléontologistes qui les ont étudiés ont exprimé à leur sujet les opinions les plus variées. On les a tour à tour considérés : comme se rapportant au Lion; comme représentant une race du Lion actuel; comme se rapprochant du Tigre; comme étant une espèce spéciale. Ces divergences de vues tiennent en partie à ce qu'on n'a guère étudié que des échantillons isolés provenant de localités différentes ou des squelettes incomplets et reconstitués avec des os de plusieurs sujets. Chacun des deux squelettes de Vence et de Cajarc est, au contraire, formé des ossements d'un même individu. Cette concordance rend leur étude particulièrement intéressante.

J'ai commencé par faire l'ostéologie comparée du Lion et du Tigre actuels. M. Edmond Perrier ayant bien voulu mettre à ma disposition les riches collections de la galerie d'Anatomie comparée, mes études ont porté sur de très nombreux documents. J'ai été conduit à diminuer la liste des différences regardées comme spécifiques par mes prédécesseurs et à ne retenir, comme ayant une réelle valeur, que les caractères correspondant aux différences qu'on observe dans les fonctions de ces animaux. J'ai examiné ensuite les squelettes fossiles.

Celui de Cajarc dénote un animal d'une taille supérieure de $\frac{1}{8}$ environ à celle des plus grands Lions et des plus grands Tigres de l'époque actuelle. Par son crâne, par ses membres, par ses pattes, il offre tous les caractères du type Lion et ne présente aucun des traits particuliers au Tigre. Le grand Félin de Cajarc doit être considéré

comme un ancêtre direct du Lion actuel, ne différant de ce dernier que par ses plus fortes proportions, de même que le *Bison priscus* du Quaternaire n'est qu'un Bison plus grand que l'Aurochs actuel; que le *Bos primigenius* n'est qu'un Taureau plus fort que les Taureaux actuels, que l'Hyène des Cavernes n'est qu'une Hyène tachetée plus grande que l'Hyène tachetée actuelle.

Après avoir étudié le grand Chat de L'Herm, Édouard et Henri Filhol ont cru devoir le considérer comme une espèce distincte sous le nom de *Felis spelæa* ou de *Leo spelæus*. Il ressort de l'étude que j'ai faite de tous les os de nos squelettes, que les caractères de Tigre relevés par E. et H. Filhol peuvent s'observer sur des Lions actuels et ne sauraient, par suite, avoir une valeur spécifique. Le squelette de L'Herm est identique à celui de Cajarc.

J'ai passé en revue les autres pièces de Lion des cavernes de nos collections et provenant de diverses localités. Toutes m'ont offert les mêmes caractères. Les seules différences appréciables sont des différences de taille. Une mandibule, provenant des alluvions de Grenelle, dénote un animal encore plus robuste que les Lions de L'Herm ou de Cajarc. D'autres échantillons se rapportent à des sujets de la taille des Lions actuels.

Reste le squelette de Vence, auquel Bourguignat avait donné le nom de *Tigris Edwardsi*. En réalité, ce n'est pas un Tigre; toutes ses affinités sont encore avec les Lions. Il offre pourtant quelques traits particuliers. Les os de ses membres, beaucoup plus épais, dénotent un animal plus lourd et plus trapu. Son crâne diffère du crâne des Lions vivants ou fossiles par des caractères léonins exagérés, de la même manière que l'Ours des cavernes diffère des Ours actuels par l'exagération des caractères propres au type Ours. Ces différences ne me paraissaient pas avoir une valeur spécifique, mais comme le squelette de Vence, trouvé avec le *Rhinoceros Mercki*, paraît remonter à une époque plus reculée que les autres Lions des cavernes, je crois qu'on peut le considérer comme représentant une forme ancestrale de ces derniers et le désigner sous le nom de *Felis leo*, variété *Edwardsi*.

M. G. Ramirez adresse une Note intitulée : *Essai sur un nouveau procédé de Navigation aérienne.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 février 1904.

(Suite.)

Transactions of the American mathematical Society; vol. VI, n° 1, january 1905. Lancaster, Pa., et New York. The Macmillan Company; 1 fasc. in-4°.

Transactions of the Astronomical Observatory of Yale University; vol. I: Préface and parts 7 and 8. New-Hawen, publié par l'Observatoire, 1904; 1 fasc. in-4°.

Memorie del R. Osservatorio astronomico al Collegio romano, publ. per cura del Direttore Prof. Elia Millosevich; serie III, vol. IV, part. 1. Rome, 1904; 1 fasc. in-4°.

The astrophysical Journal, an international Review of Spectroscopy and astronomical Physics, edited by George-E. Hale and Edwin-B. Frost; vol. XIX, numb. 5; vol. XX, numb. 1-5; vol. XXI, numb. 1. Chicago, The University of Chicago Press, 1904-1905; 7 fasc. in-8°.

Dekaden-Monatsberichte königl. sächsischen meteorologischen Institutes, 1903, Jahrgang VI, herausgegeb. v. Dir. Prof. Dr Paul Schreiber. Chemnitz, 1904; 1 fasc. in-4°.

Hourly readings obtained from the self-recording instruments at four observatories under the meteorological Council, 1901. *Official*. n° 170. Year XXIII, new series, vol. II. Londres, 1904; 1 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory, and other places in South Australia and the Northern territory, during the years 1900-1901, under the direction of Charles Todd, Government astronomer, pub. by authority of the Government of South Australia. Adélaïde, 1904; 1 vol. in-4°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie, 1903. Batavia, 1904; 1 vol. in-8°.

Annalen der Physik, herausgegeb. v. Paul Drude, vierte Folge, Bd. XVI, Heft 1; 1905. Leipzig, Johann Ambrosius Barth; 1 fasc. in-8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik; herausgegeb. v. Walter König; Bd. XXIX, Heft 1. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1905; 1 fasc. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute devoted to Science and the mechanic Arts; year LXXX, vol. CLIX, n° 1, january 1905. Philadelphie; 1 vol. in-8°.

Ueber die obertriadische Fauna der Bäreninsel, v. Joannes Böhm, mit 7 Taf. u. 4 Textfig. (*Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*; vol. XXXVII, n° 3.) Stockholm, 1903; 1 fasc. in-4°.

I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria, descritti dal Dott. Federico Sacco: *Considerazioni generali; indice generale dell'opera*. Turin, Carlo Clausen, 1904; 1 fasc. in-4°.

Atlas geologiczny Galicyi: zeszyt XI, przez Dr Wladyslawa Szajnoche; z. XV, przez Prof. A.-M. Lomnicki; z. XVI, opracowal Dr Wilhelm Friedberg. Cracovie, pub. par l'Académie des Sciences, 1903: texte, 3 fasc. in-8; atlas, 3 fasc. in-fol. oblong.

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, pub. par M. RYKATCHEW, Directeur de l'Observatoire : année 1900, supplément; année 1901, 1re et 2e Partie et supplément. Saint-Pétersbourg, imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1902-1904; 2 vol. et 2 fasc. in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg; 8e série, vol. XV, nos 2, 5, 8, 9. Saint-Pétersbourg, 1904; 4 fasc. in-4°.

Observations météorologiques publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande; 1891-1892. — *État des glaces et des neiges en Finlande pendant l'hiver* 1893-1894, exposé par AXEL HEINRICHS. — *Observations météorologiques faites à Helsingfors en* 1899. Helsingfors, 1904; 2 fasc. in-4° et 1 fasc. in-f°.

Materialen zur Geologie Russlands, herausg. v. der kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft; Bd. XXII, Lief. 1. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; nouvelle série, livraisons 10, 11, 13. Saint-Pétersbourg, 1904; 3 fasc. in-4°.

Bulletin du Comité géologique; t. XXII, nos 5-10. Saint-Pétersbourg, 1903; 5 fasc. in-8°.

Verhandlungen der russisch-kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu Saint-Petersbourg; 2e série, Bd. XLI, Lief. 2. Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 FÉVRIER 1905.

Centenaire de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903; Volume commémoratif publié par le Directeur et les Professeurs de l'École de Pharmacie, orné de gravures, de planches et de portraits : *Origine et création de l'École, développement matériel et scientifique, organisation et enseignement, les chaires de l'École et leurs titulaires.* Paris, A. Joanin et Cie, s. d.; 1 vol. in-4°. (Offert par M. Guignard, Membre de l'Institut, Directeur de l'École supérieure de Pharmacie de Paris.)

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de M. MOISSAN, Membre de l'Institut. T. II : *Métalloïdes,* fasc. 1; T. IV : *Métaux,* fasc. 1. Paris, Masson et Cie, 1905; 2 vol. in-8°.

Atti del Congresso internazionale di Scienze storiche, Roma, 1-9 aprile 1903. vol. XII. Atti della Sezione VIII : *Storia delle Scienze fisiche, matematiche, naturali e mediche.* Rome, 1984; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Verflüssigtes Ammoniak als Lösungsmittel; Materialen über die chemischen Eigenschaften des verflüssigten Ammoniakgases, gesammelt von J. BRONN; mit Textfiguren. Berlin, Julius Springer, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The Coral Siderastrea radians and its postlarval development, by J.-E. DUERDEN; Carnegie Institution of Washington, publication n° 20, december 1904. Washington; 1 vol. in-4°.

Memorandum of the barometer alarm, by GUILLERMO VIVES. Ponce, P. R., 1904; 1 fasc. in-8°.

Die Halophänomene in Russland, von ERNST LEYST, mit 1 Taf. Moscou, 1903; 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau (im Jahren 1901-1903), von Prof. Dr ERNST LEYST. Moscou, 1902-1904; 3 fasc. in-8°.

Beobachtungen angestellt im meteorologischen Observatorium der kaiserl. Universität Moskau im Jahre 1902, herausg. von Prof. Dr ERNST LEYST. Moscou, 1903; 1 fasc. in-8°.

De huidige stand der rijstcultuur in Noord-Italië, door Dr J. VAN BREDA DE HANN. Batavia, G. Kolff et Cie, 1904; 1 fasc. in-8°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1903. Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

Annuario della R. Accademia dei Lincei, 1905. Rome, 1905; 1 fasc. in-12.

Memories and proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society, 1904-1905; Vol. XLIX, part. 1. Manchester; 1 fasc. in-8°.

Mining Magasine, an international monthly Review of current progress in mining and metallurgy; Vol. X, july to december 1904. New-York; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Sociedad geografica de Lima; ano XIV, tomo XV, trimestre 1°. Lima, 1904; 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft; Jahrgang XXXVIII, 1905, n° 1. Berlin; 1 vol. in-8°.

Arkiv utgifvet af K. Svenska Vetenskaps-Akademien : för Matematik, Astronomi och Fysik, Bd. 1, H. 3-4; *för Kemi, Mineralogi och Geologi*, Bd. 1, H. 3-4; *för Zoologi*, Bd. II, H. 1-2; *för Botanik*, Bd. III, H. 1. Stockholm, 1904; 4 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles; 29e année, 1904-1905, fasc. 1. Louvain, 1905; 1 fasc. in-8°.

Revue des Questions scientifiques, publ. par la Société scientifique de Bruxelles; 3e série, t. VII, 20 janvier 1905. Louvain; 1 fasc. in-8°.

Universidad central de Espana. Memoria dell Curso de 1902 *a* 1903. *Anuario del de* 1903 *a* 1904 *de su distrito universitario que publica la Secretaria general.* Madrid, 1904; 1 fasc. in-4°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud,
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 ... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 8.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 20 février 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. G. Bigourdan. — Observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905...... 473
MM. A. Haller et F. March. — Sur une nouvelle méthode de synthèse de dérivés alcoylés de certains alcools cycliques saturés. Préparation d'homologues du menthol.. 474
M. E.-L. Bouvier. — Sur les Palinurides et les Éryonides recueillies dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques........................... 479
MM. Paul Sabatier et J.-B. Senderens. — Application aux nitriles de la méthode d'hydrogénation directe par catalyse : synthèse d'amines primaires, secondaires et tertiaires.............................. 482
M. le Secrétaire perpétuel présente le Tome II des « Œuvres de Laguerre »... 486

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale divers Ouvrages de M. *A. Mosso* et de M. *L. Jumau*.................................. 486
M. Th. Moreux. — La grande tache solaire de février 1905.......................... 487
M. Paul Dienes. — La série de Taylor sur le cercle de convergence................ 489
M. G. Tzitzéica. — Sur les équations différentielles du second ordre renfermant un paramètre.............................. 492
M. Émile Cotton. — Sur l'intégration approchée des équations différentielles......... 494
M. A. Petot. — Sur le mode de fonctionnement du différentiel des automobiles...... 497
M. Georges Meslin. — Sur le coefficient d'aimantation du bismuth et sur quelques points de repère dans l'échelle diamagnétique.................................. 499
M. P. Melikoff. — Sur les perborates...... 502
MM. E. Jungfleisch et M. Godchot. — Sur l'acide lactyllactyllactique et le dilactide de l'acide lactique inactif............... 502
MM. Hugounenq et Morel. — Sur la carbimide de la (*l*) leucine naturelle.......... 505
MM. J. Bruhat et H. Dubois. — Sur les perborates.................................. 506
M. Ch. Bernard. — A propos de l'assimilation en dehors de l'organisme............ 509
M. X. Rocques. — Sur la composition des eaux-de-vie de vin...................... 511
M. Camille Matignon. — Prévision d'une réaction chimique formant un système monovariant............................ 513
M. E. de Wildeman. — Deux lianes caoutchoutifères méconnues.................. 515
M. Aug. Chevalier. — Un Caféier nouveau de l'Afrique centrale..................... 517
M. P. Guérin. — Sur l'appareil sécréteur des Diptérocarpées...................... 520
M. E.-C. Teodoresco. — De l'action qu'exercent les basses températures sur les zoospores des Algues................ 522
M. Louis Léger. — Un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métamérisé................................... 524
M. A. Cligny. — Variations géographiques des Pleuronectides...................... 526
M. H. Kronecker. — L'extension des états fonctionnels de l'oreillette au ventricule se fait-elle par voie musculaire ou par voie nerveuse?.......................... 529
MM. Charrin et Le Play. — Variations des processus morbides suivant la composition des organes 531
M. Pariset. — Hydrolyse du glycogène hépatique produite par l'injection de l'amylase dans la veine porte............ 534
M. Louis Lapicque. — Sur l'excitation des nerfs par les ondes électriques très brèves. 537
M. Charles Nicolle. — Reproduction expérimentale de la lèpre chez le singe....... 539
M. Leon Bertrand. — Sur le rôle des charriages dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège...................... 542
M. G.-D. Hinrichs. — Sur les météorites d'Amana 545
M. Marcellin Boule. — Les Lions des cavernes 547
M. G. Ramirez adresse une Note intitulée : « Essai sur un nouveau procédé de Navigation aérienne »....................... 549
Bulletin bibliographique.. 550

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 9 (27 Février 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 FÉVRIER 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, à l'ouverture de la séance, annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Émile Fernet*, Inspecteur général de l'Instruction publique, qui, depuis 1866, était chargé, sous la direction des Secrétaires perpétuels, de la rédaction des *Comptes rendus*. M. Fernet avait succédé, dans ces importantes et délicates fonctions, à M. Roulin, Membre libre de notre Académie, qui lui-même les remplissait depuis la fondation des *Comptes rendus* en 1835. Il a su, en toute circonstance, s'inspirer des excellentes traditions qu'avait laissées son prédécesseur et conserver, pendant près de quarante ans, aux comptes rendus de nos séances la régularité, la correction, la netteté, la modération et la courtoisie dans les termes qui en ont fait une œuvre digne de la Science et de l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel se plaît à rappeler aussi les services éminents que M. Fernet avait rendus comme professeur de Physique, comme auteur de Traités classiques et comme Inspecteur général de l'Enseignement public.

ASTRONOMIE. — *Précautions à prendre dans le mode d'exécution de certaines recherches de haute précision*. Note de M. **Lœwy**.

Sur une cause d'erreurs systématiques attribuée à tort à la flexion des cercles des instruments méridiens. — L'instrument méridien, installé dans le jardin de l'Observatoire, muni dès l'origine de deux cercles divisés, a été doté, en 1898, d'un second système de six microscopes établis sur le pilier ouest.

Il était dès lors possible de déterminer toute distance angulaire décrite par la lunette à l'aide de lectures effectuées à la fois au moyen des douze microscopes des deux cercles. En agissant ainsi, on s'est aperçu que des différences systématiques très sensibles se manifestaient entre les indications de ces deux cercles pour une même rotation de l'axe optique.

Cet instrument devait être consacré, à partir de 1904, à la détermination de la latitude et à celle des coordonnées absolues des astres au moyen de méthodes nouvelles dues au Directeur actuel de l'Observatoire. Mais, avant de se livrer à une telle étude, il a été reconnu indispensable de découvrir l'origine de cette anomalie qui rendait problématique toute recherche de haute précision.

Pour atteindre ce but, on a été obligé de consacrer une grande partie de l'année 1904 à de nombreuses expériences auxquelles ont collaboré le Directeur et MM. Renan, Lancelin et Fayet.

Le procédé utilisé pour mettre en lumière dans chaque cas donné les grandeurs de ces discordances systématiques était le suivant :

On commençait à placer la lunette dans la position horizontale, de façon à viser le sud, on lisait respectivement les six microscopes de chaque pilier; puis, en tournant la lunette successivement de 60° en 60°, elle revenait alors au point de départ au bout de la septième rotation; les images des mêmes traits étant ainsi toujours pointées dans les microscopes, les erreurs de divisions ne pouvaient avoir aucune influence. Par suite, la somme des lectures aux deux cercles, l'une étant, après chaque déplacement, croissante, et l'autre décroissante, aurait dû normalement rester constante. Mais il n'en était pas ainsi et les premières mesures révélaient immédiatement des différences systématiques allant quelquefois jusqu'à 0″,5.

Diverses hypothèses ont été mises en avant et soumises au contrôle indiqué. Il était bien naturel d'attribuer, en premier lieu, ces effets à une flexion de l'un ou de l'autre des deux cercles, causée par une dissymétrie du poids de leurs rayons, explication qui paraissait ici particulièrement plausible, car, en plaçant à l'extrémité d'un rayon quelconque un poids de 200^g, le cercle correspondant tout entier subissait une torsion rotatoire d'environ 0″,6 et revenait à sa position primitive lorsqu'on enlevait la charge supplémentaire.

En se plaçant même à un point de vue plus général, il était dès lors indispensable d'examiner si les cercles à jour, comme celui de Paris, sont exposés à éprouver pendant leur mouvement des déformations irrégulières.

Afin d'arriver sous ce rapport à des conclusions sûres, il a été procédé ainsi qu'il suit :

On remplaça chaque cercle par un plateau plein en fonte de fer sur lequel on avait, de 60° en 60°, tracé des traits tout à fait analogues à ceux sur lesquels on effectue les lectures ordinaires. Il était, en effet, bien évident que, si l'écart constaté tenait bien à une flexion, il disparaîtrait à peu près complètement par l'emploi de disques épais et homogènes. Or, cet écart, bien qu'un peu faible, restait encore très sensible; il arrivait même, lorsqu'on avait modifié le centrage de la source lumineuse, éclairant les divisions des cercles, que la divergence atteignait de nouveau environ 0",4.

On a aussi supposé une imperfection dans le mode d'attache des cercles. Après avoir procédé à un nouveau centrage des cercles sur l'axe de rotation en les y rendant, en outre, absolument solidaires, on a pu se convaincre encore une fois, au moyen des séries de mesures accomplies dans les conditions expliquées plus haut, que les modifications n'avaient pu amoindrir la grandeur des inégalités signalées.

En dernier lieu, nous avons été amené à soumettre à un examen attentif les douze microscopes servant aux lectures. Cette revision a révélé des imperfections sensibles dans les qualités des objectifs employés et en outre une insuffisance générale de leur pouvoir optique : les images d'un même trait n'offraient pas le même aspect en passant successivement sous les six microscopes. Cette différence de netteté d'un même objet ne laissait aucun doute sur l'origine de la divergence des lectures. Pour faire cesser cet état de choses si préjudiciable, on a fait remplacer les objectifs par de nouveaux un peu plus grands et d'une distance focale plus longue, et réglé aussi bien que possible le centrage du système d'éclairage des traits. Grâce à ces mesures, les erreurs systématiques signalées ont cessé de se manifester d'une manière appréciable pour les nouvelles divisions nettement gravées sur les deux plateaux d'étude en fonte de fer, dont il vient d'être question. Mais les anciennes divisions des deux cercles ayant perdu par un long usage une partie de leur netteté, leurs bords mal définis donnent encore lieu à des discordances de lecture entre les divers observateurs. Cette imperfection a obligé à faire remplacer les deux cercles actuels divisés sur argent par d'autres dont les divisions seront tracées sur une bande de platine iridié.

Les divisions étant tracées sur des cercles de 1^{m} de diamètre et les microscopes de l'instrument en question étant, malgré les inconvénients signalés, de qualité supérieure à celle d'un certain nombre d'instruments

méridiens existants, le défaut mis en évidence ici doit probablement se présenter ailleurs.

Une autre conséquence fâcheuse résultant de cet état de choses est que les erreurs de division déterminées dans des conditions pareilles deviennent très douteuses. Avant les améliorations réalisées, nous avons en effet constaté que la grandeur de ces éléments changeait très notablement à chaque déplacement d'un cercle sur son axe ou à chaque centrage différent de la source lumineuse.

Je suis persuadé que, dans bien des cas, on a attribué à la flexion des cercles des effets uniquement dus à la mauvaise définition des images des traits et à un défaut de centrage dans l'appareil d'éclairage.

Détermination de la constante de l'aberration et de la réfraction à l'aide de la méthode basée sur l'emploi d'un double miroir taillé dans un même bloc de verre. Forme à donner aux deux surfaces réfléchissantes pour obtenir des images stellaires très régulières. — J'ai fait connaître en 1886 une méthode (¹) qui offre la faculté d'évaluer dans l'espace la distance entre deux astres appartenant à des régions éloignées du Ciel. Elle repose sur l'emploi de deux miroirs taillés dans un même bloc de verre en forme de prisme et installés devant l'objectif d'un équatorial. Cet appareil constitue ainsi, en quelque sorte, un compas d'ouverture constante; il permet d'évaluer les variations que peut subir, en vertu d'un phénomène physique quelconque (réfraction ou aberration), l'arc notable qui sépare deux étoiles, avec la même précision que les petits arcs compris dans le champ d'une lunette à l'aide des mesures micrométriques ordinaires. Cette méthode est affranchie de toute erreur instrumentale, de la précession, de la nutation, de la variation de latitude, etc.; et, ainsi que cela a été démontré, elle est également indépendante des petits mouvements accidentels du prisme lui-même qui peuvent se manifester pendant le déplacement de la lunette. La vis micrométrique elle-même n'intervient, en fin de compte, que pour mesurer une quantité égale à la valeur de l'élément cherché.

Le procédé pour déterminer la constante de l'aberration consiste à faire paraître simultanément, dans le champ de l'équatorial, au moyen des deux miroirs formant entre eux un angle de 45° par exemple, l'image de deux couples d'étoiles qui sont respectivement éloignés l'un de l'autre de 90° dans l'espace. On les observe une première fois aux époques où l'aberra-

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, 11 janvier, 8 et 22 février 1886, et suivants; t. CXII, 16 mars et 19 mai 1891.

tion agrandit de son double effet la distance des deux étoiles dans un groupe et la diminue dans l'autre, et l'on compare ces mesures avec celles accomplies 4 à 5 mois plus tard, lorsque le phénomène produit à peu près l'effet contraire. Dans chaque soirée, on effectue les mesures au moment où les deux étoiles de chaque couple se trouvent à égale hauteur, c'est-à-dire à 30° au-dessus de l'horizon. Dans ces conditions, l'influence de la réfraction sur la différence entre les deux arcs de grand cercle correspondant à chaque couple ne dépasse pas en moyenne 1″. On peut répéter ces opérations plusieurs fois dans chaque nuit, en passant alternativement d'un arc à l'autre; en agissant ainsi, on élimine entièrement une petite variation possible dans l'angle du prisme sous l'influence d'un changement de température. On a, en outre, la facilité de pouvoir utiliser pour cette étude un nombre notable de couples de belles étoiles. Ainsi qu'on le voit, cette méthode est susceptible d'une très haute précision; elle impose comme seule condition un égal aspect des images pendant toute la durée du travail.

Ce procédé a déjà été appliqué antérieurement par MM. Lœwy et Puiseux au petit équatorial coudé, peu après l'installation de cet instrument. On avait alors choisi 12 paires de couples d'étoiles et l'éclat du plus faible des 24 astres était celui d'une étoile de la 7ᵉ grandeur. On peut donc se convaincre ainsi que le recrutement des couples stellaires, réalisant les conditions géométriques voulues, n'offre pas de difficultés.

Mais, durant l'exécution de cette première étude, on s'est trouvé en présence d'un inconvénient qui, normalement, n'aurait pas dû exister : les images étaient souvent déformées et surtout allongées perpendiculairement à l'axe du double miroir, elles présentaient l'aspect d'un fuseau. A cette époque, ces irrégularités furent attribuées à l'action des deux miroirs plans de l'équatorial, exposés à des variations notables de température. Il y avait donc lieu de penser que ces perturbations ne devaient pas se produire avec un équatorial droit, comme celui de la Tour de l'Ouest, où cette recherche va être exécutée par M. Bigourdan.

Contre toute attente, les premières observations, effectuées avec cet appareil, sur lequel on avait provisoirement installé le miroir qui avait servi autrefois, montrèrent dans les images des altérations à peu près analogues. Éclairé par cette expérience, j'ai reconnu immédiatement qu'il y avait là un effet optique intéressant le système utilisé et indépendant de la température.

En effet, les deux miroirs, taillés dans le même bloc de verre, avaient

une forme circulaire; leur projection sur l'objectif était par suite une ellipse allongée et le pouvoir optique de la partie de l'objectif qui agissait était très inégal par rapport aux deux axes de la surface elliptique. Les images devaient être forcément très allongées perpendiculairement au grand axe de cette surface. L'inconvénient, ainsi reconnu, était très facile à éviter. Il suffisait de diaphragmer les deux extrémités de l'ellipse, de manière à faire produire les images stellaires à l'aide de deux parties de l'objectif rendues ainsi presque circulaires.

Sur le nouveau prisme de plus grande dimension, construit exprès pour les recherches actuelles, on a donné, ce qu'il convenait de faire dans le cas considéré, aux deux miroirs la forme d'un rectangle de 18^{cm} sur 30^{cm} de côté. En tenant compte de ce que chacun de ces miroirs est incliné sur la surface de l'objectif d'un angle de $22°30'$, leurs projections sont des sections rectangulaires de 18^{cm} sur 12^{cm}. Les images obtenues au foyer de la lunette seront ainsi de petits traits de longueur $\frac{1}{3}$ plus grande que la largeur. Mais on peut donner aux images l'aspect d'un disque tout à fait rond en se servant, pour l'entrée des faisceaux lumineux, de deux diaphragmes circulaires de 12^{cm} de diamètre.

Il m'a semblé très important de signaler ces faits, afin de faire éviter à l'avenir toute méprise sous ce rapport.

En vérité, dans la mise en pratique de toute méthode nouvelle, quelle que soit la justesse de la conception théorique, on ne réussit presque jamais à atteindre du premier coup le but poursuivi. Elle révèle presque toujours quelque inadvertance d'ordre secondaire commise et facile à éviter dans les expériences ultérieures.

Nous avons la certitude maintenant que l'application de la méthode fournira, cette fois, d'une manière définitive, la valeur de la constante de l'aberration.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Malgaigne (1806-1865). *Étude sur sa vie et ses idées d'après ses écrits, des papiers de famille et des souvenirs particuliers*, par E. Pilastre. (Présenté par M. Lannelongue.)

M. **Cazalbou** adresse, de Ségou (Soudan français), des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905.* Note de M. **Puiseux**, présentée par M. Lœwy.

Le phénomène a été observé au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris. Vue dans la lunette, la transition de la lumière du Soleil à l'ombre de la Terre se faisait par une frange assez large et indécise, d'abord brun sépia, puis cuivrée, puis gris d'ardoise, puis bleutée. La luminosité moyenne s'est ainsi déplacée dans le sens d'une réfrangibilité plus grande, en parcourant la plus grande partie du spectre visible. Vers la fin de l'éclipse, quelques nuages s'étant formés devant la Lune, la teinte brun sépia du début s'est remontrée.

En raison de la situation de la Lune près de l'horizon et de l'état nébuleux du ciel il n'a paru possible de photographier utilement que la phase décroissante de l'éclipse. Pour chacun des douze clichés obtenus, nous indiquons l'heure moyenne de la pose en temps moyen de Paris et la durée d'exposition.

Numéros.		
1	7h32m,0	3s
2	7.33,6	6
3	7.35,0	10
4	7.36,7	6
5	7.39,2	3
6	7.57,9	3
7	7.59,3	10
8	8. 0,9	6
9	8. 9,2	2
10	8.10,2	6
11	8.11,3	4
12	8.12,3	2

Dans l'examen des clichés, l'attention s'est portée sur les points suivants :

a. Effet du passage de la pénombre sur l'aspect d'objets connus, où l'on distingue ordinairement peu de détails en raison d'un éclat général trop vif. Cette circonstance est surtout fréquente vers les bords du disque.

b. Variation d'importance relative, dans le passage de l'ombre à la lumière, des formations Linné, Messier, Messier A, où divers observateurs ont signalé des changements anormaux.

L'éclat plus vif des bords s'accuse partout, mais surtout dans les clichés à pose courte et dans ceux de la plus grande phase de l'éclipse. On peut dire que, dans le cliché n° 1, les bords dépassent de 15° la limite générale de l'ombre et prédominent même sur les massifs montagneux normalement éclairés. Cette extension est plus marquée encore dans le cliché n° 5, où tout le contour apparent, de Cardan à Harding, c'est-à-dire sur plus de 25°, est en recrudescence visible sur l'intérieur du disque. Les plaines sombres, qui s'approchent en bien des points du contour, ne l'atteignent jamais effectivement.

Beaucoup de cirques se présentent dans la pleine Lune comme des taches brillantes uniformes. Leur passage dans la pénombre met en évidence leur bourrelet sous l'aspect d'un cercle lumineux. Ce cas se présente pour Agrippa et Godin (n° 1), pour Calippus et Autolycus (n° 6), pour Macrobe et Posidonius (n° 9). La montagne centrale de Langrenus se détache comme plus lumineuse que le fond (n° 2). L'intérieur d'Ératosthène montre trois grandes taches sombres (n° 4). Aristote en a toute une série formant ceinture à l'intérieur du rempart du côté nord (n° 12). Les bourrelets d'Aristote et d'Eudoxe montrent plusieurs foyers lumineux indépendants et bien limités (n° 10). Philolaüs possède comme Tycho un fond brillant, une auréole extérieure sombre, un système de traînées divergentes remarquablement fines et distinctes. Deux petits cirques interrompent ces traînées (n° 9), en s'y détachant plus nettement qu'aucun accident sur les rayons de Copernic ou de Tycho. On voit avec une clarté inaccoutumée les bandes d'Archimède (n° 6), la concentration de la lumière dans la partie ouest de Proclus (n° 7).

Messier et Messier A sont visibles à partir du cliché n° 4, où Messier A semble un peu plus étendu et plus net que son voisin. Dans les clichés suivants, les deux cirques paraissent être des taches tout à fait identiques, sans relief appréciable. Les formes caractéristiques et dissemblables qu'ils prennent sous un éclairement matinal ne se révèlent en aucune façon.

Linné, sortant de l'ombre sur le cliché n° 6, ne semble pas plus étendu qu'il ne l'est d'habitude après une insolation prolongée. Il y a accroissement d'étendue quand on passe du n° 6 au n° 7. Sur le n° 8, on distingue une tache centrale brillante et une auréole diffuse, plutôt triangulaire que ronde. Le n° 10 ne montre plus que la tache centrale. L'auréole reparaît sur le n° 11 et s'étend plus encore sur le n° 12. Le diamètre apparent de Linné varie ainsi en peu de minutes du simple au double. Il est certain que cette variation n'est qu'apparente. Elle est entièrement subordonnée aux conditions d'éclairement et à la durée de pose, qui favorisent plus ou moins le contraste de l'auréole par rapport à la plaine environnante.

Cet examen nous semble autoriser les conclusions suivantes :

Les bords du disque lunaire ont opposé une résistance particulièrement efficace aux épanchements liquides.

L'activité volcanique ancienne dont témoignent les cirques a eu pour siège principal soit les montagnes centrales, soit des orifices semés d'une manière discontinue sur la crête limite.

La convexité du fond de certains cirques, la formation de bassins déprimés sur leur circonférence, peuvent être constatées à l'occasion des éclipses de Lune sur un plus grand nombre d'exemples.

On peut citer des cirques indubitablement plus récents que certains systèmes de traînées divergentes.

L'identité d'aspect des cirques jumeaux de Messier est liée à un éclairement qui fait disparaître le relief et substitue aux vraies limites des cirques celles des auréoles qui les englobent.

Les mesures du diamètre de Linné peuvent, suivant les cas, se rapporter au noyau central de la tache ou à ce noyau complété par une zone périphérique qui n'est pas toujours apparente.

Il n'est pas douteux que, pour Messier comme pour Linné, l'aspect actuel est inconciliable avec les descriptions antérieures à l'année 1866. Mais les observations plus modernes, sans excepter celles de M. W.-H. Pickering, n'apportent pas une grande probabilité en faveur de changements nouveaux.

ASTRONOMIE. — *Sur une application du diaphragme-iris en Astronomie.* Note de M. **Salet**, présentée par M. Poincaré.

Dans un oculaire construit récemment par M. Mailhat et grossissant environ 500 fois, j'ai fait placer un diaphragme-iris tout près du plan des fils du micromètre, devant la lentille de champ. On peut rétrécir ce diaphragme, quand on a amené l'objet à étudier au centre du champ, en tournant un cylindre concentrique à l'oculaire et muni d'une couronne moletée.

Le but que je me proposais était d'abord de supprimer la lumière diffuse du fond du champ due à la clarté du ciel ou à l'éclairage des fils. Cette lumière éblouit l'œil et nuit aux observations physiques et à l'observation des objets faibles.

De plus cet oculaire va me permettre d'étudier l'erreur due à l'astigmatisme dans l'observation des étoiles doubles. En effet, si on limite la partie visible du fil aux environs immédiats du couple, deux lignes parallèles dans cette petite étendue donneront sur la rétine des images parallèles malgré les déformations de l'œil. Si donc dans ces conditions il reste encore trace d'une erreur systématique, ce ne pourra être qu'une erreur d'appréciation

d'ordre psychologique, et non une erreur physiologique due à la structure de l'œil.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Familles de Lamé à trajectoires orthogonales planes. Familles de surfaces à lignes de courbure planes.* Note de M. G. **Carrus.**

Frappé de la grande analogie qui existe entre l'équation des systèmes orthogonaux et l'équation des familles des surfaces à trajectoires orthogonales planes, j'ai cherché à déterminer des familles de Lamé à trajectoires planes. On remarquera d'ailleurs, qu'étant donnée une *telle famille, les deux familles qu'on lui associera pour former le système triple admettront des lignes de courbure planes dans un système.* Une telle étude présente donc le plus grand intérêt. Nous allons donner le résultat de nos recherches dans le cas où les plans des courbes trajectoires restent parallèles à une direction donnée. Nous devons d'ailleurs dire que la question générale a été résolue par M. Darboux. Cette Note a simplement pour but de donner les formules de ces familles dans le cas restreint indiqué, de rechercher les lignes de courbure de ces familles, et d'en déduire des familles de surfaces à lignes de courbure planes dans un ou deux systèmes.

Pour que la famille de surfaces $u(x, y, z) = \rho$ admette des trajectoires orthogonales planes parallèles à Ox, il faut que la fonction $u(x, y, z)$ satisfasse à une équation de la forme

$$H = \frac{1}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}} = F(u, x).$$

Si l'on cherche à déterminer quelle doit être la forme de la fonction $F(u, x)$ pour que la famille correspondante soit une famille de Lamé, en transportant les valeurs des dérivées de H dans l'équation de ces familles

$$\Delta = \begin{vmatrix} H_{11} & H_{22} & H_{33} & H_{23} & H_{13} & H_{12} \\ u_{11} & u_{22} & u_{33} & u_{23} & u_{13} & u_{12} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2u_1 & 0 & 0 & 0 & u_3 & u_2 \\ 0 & 2u_2 & 0 & u_3 & 0 & u_1 \\ 0 & 0 & 2u_3 & u_2 & u_1 & 0 \end{vmatrix} = 0,$$

on trouve

$$F''_{x^2}\Delta_{11} = 0,$$

Δ_{11} désignant le mineur relatif au premier élément du déterminant.

La condition $\Delta_{11} = 0$ donne les familles de surfaces moulures cylindriques. Reste la condition $F''_{x^2} = 0$. Donc, *si l'on écarte les familles de surfaces moulures cylindriques, la condition nécessaire et suffisante pour que la famille $u(x, y, z) = \rho$ admette des trajectoires orthogonales planes dans des plans parallèles à Ox et constitue une famille de Lamé, est que la fonction $u(x, y, z)$ satisfasse à une équation de la forme*

$$\frac{1}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}} = Ax + B,$$

A *et* B *désignant deux fonctions quelconques de* u.

Si, d'après une méthode donnée par M. Darboux, on recherche une solution complète de la forme

$$(x-a)^2 + (y-v)^2 + (z-w)^2 - R^2 = 0,$$

on trouve que v et w sont des constantes et que l'on peut prendre

$$a = \varphi(u) + \alpha e^u + \beta e^{-u}, \qquad R = a',$$

$\varphi(u)$ désignant une fonction quelconque, α et β deux nouvelles constantes.

De cette solution complète nous déduisons la solution générale. D'où le résultat suivant :

1° Toutes les familles de surfaces représentées par les équations

$$(x - \varphi + \varphi')e^u = \frac{y-v}{\psi_1} = \frac{z-w}{\psi_2} = 2e^u \frac{\varphi' - \psi e^u}{1 + (\psi_1^2 + \psi_2^2)e^{2u}}$$

sont des familles de Lamé et admettent des trajectoires orthogonales planes dans des plans parallèles à Ox.

2° Réciproquement, si l'on écarte les familles de surfaces moulures cylindriqnes, toutes les familles de Lamé admettant de telles trajectoires orthogonales sont comprises dans ces formules.

3° On obtient les surfaces de la famille en laissant u constant. On obtient les trajectoires orthogonales en laissant v, w constants.

En particulier, l'équation du plan de la courbe est

$$\frac{y-v}{\psi_1} = \frac{z-w}{\psi_2}.$$

$\varphi(u)$ est une fonction quelconque de u; $\psi(v, w)$ une fonction quelconque de v, w.

4° Si l'on sait déterminer les lignes de courbure d'une surface de la famille, on aura, sans nouveaux calculs, deux familles de surfaces à lignes de courbure planes dans un système.

5° En particulier, si $\varphi = 0$, les courbes trajectoires sont des cercles.

Lignes de courbure. — Si l'on forme l'équation des lignes de courbure, on arrive à l'équation remarquablement simple

$$\frac{d\psi_1}{dv} = \frac{d\psi_2}{dw}.$$

Elle ne dépend pas de la fonction $\varphi(u)$ et seulement du rapport $\frac{\psi_{11} - \psi_{22}}{\psi_{12}}$. Toutes les familles correspondantes ont donc même représentation des lignes de courbure. On intègre facilement l'équation toutes les fois que

$$\frac{\psi_{11} - \psi_{22}}{\psi_{12}} = \text{const.}$$

1° En particulier, si $\psi(v, w)$ est à variables séparées, les formules données plus haut déterminent un système triple orthogonal. On obtient les familles du système triple en laissant constant un des trois paramètres u, v, w. On obtient les trajectoires orthogonales en laissant constants v, w ou w, u ou u, v.

2° Chacune de ces familles admet des lignes de courbure planes dans les deux systèmes. Les plans sont respectivement parallèles aux trois axes de coordonnées. Ils enveloppent donc un cylindre dans chaque cas. Deux cylindres correspondant à deux surfaces de la même famille peuvent être amenés à coïncider par une translation parallèle à cet axe suivie d'une dilatation parallèlement au même axe. Ces familles dépendent de trois fonctions arbitraires d'une variable.

J'ai traité de la même façon le cas où les plans des courbes trajectoires passent par un point fixe.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques de genre zéro.* Note de M. **Federigo Enriques**, présentée par M. Émile Picard.

La propriété des surfaces algébriques irrégulières que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie m'a amené à déterminer toutes

les surfaces, birationnellement distinctes, de genre géométrique $p_g = 0$ et de genre numérique $p_a < 0$. En conséquence je suis parvenu à exprimer d'une façon très simple les conditions pour qu'une surface $f(x, y, z) = 0$ puisse être transformée en un cylindre $F(X, Y) = 0$.

On a d'abord les théorèmes suivants :

Une surface de genres

$$p_g = 0, \qquad p_a < -1$$

correspond toujours à un cylindre (dont la section plane a le genre $-p_a$).

Une surface de genres

$$p_g = 0, \qquad p_a = -1,$$

admet un groupe continu de transformations birationnelles en elles-mêmes, groupe dépendant d'un paramètre d'une façon elliptique; *les courbes* (elliptiques) *trajectoires du groupe forment sur la surface un faisceau rationnel.*

Les surfaces admettant un groupe elliptique ∞^1 de transformations birationnelles en elles-mêmes ont été signalées d'abord par l'analyse profonde à laquelle M. Picard a soumis le problème général des groupes algébriques; M. Painlevé, en poursuivant l'étude de ces surfaces, a établi qu'elles admettent une représentation paramétrique caractéristique, à l'aide de fonctions algébriques d'un paramètre, et elliptiques d'un autre. C'est pourquoi les surfaces qui nous occupent peuvent être appelées des *surfaces elliptiques*.

Les surfaces elliptiques n'ont pas, en général, le genre

$$p_g = 0;$$

mais il suffit pour cela que les trajectoires du groupe correspondant forment un faisceau rationnel.

La représentation paramétrique citée permet maintenant de construire tous les types de surfaces elliptiques de genre $p_g = 0$; la construction de celles qui ne se ramènent pas à des cylindres constitue un problème de transformation de fonctions elliptiques. Le cas où le déterminant $n (> 1)$ de la transformation est un nombre composé se ramène au cas de *n nombre premier,* auquel nous nous bornerons ici, pour plus de simplicité.

On obtient alors les types représentés par les équations suivantes :

$$(1) \qquad \begin{cases} X = \sqrt[n]{(v-a_1)^{h_1}(v-a_2)^{h_2}\ldots(v-a_t)^{h_t}}\, \Sigma_\lambda \varepsilon^\lambda p(u + \lambda\varpi \mid \Omega, \Omega'), \\ Y = p'(u \mid \omega, \omega'), \qquad Z = v, \end{cases}$$

$$\varepsilon^n = 1, \quad \varepsilon \neq 1, \quad t > 2, \quad h_i < n, \quad h_1 + h_2 + \ldots + h_t \equiv 0 \quad (\mathrm{mod}\, n),$$

$$\Omega = n\omega, \qquad \Omega' = \omega', \qquad \varpi = \omega$$

ou bien

$$\Omega = \omega - \nu\omega', \qquad \Omega' = n\omega', \qquad \varpi = \omega' \qquad (\nu = 0, 1, 2, \ldots, n-1).$$

Il est aisé de trouver un caractère simple invariant qui distingue les surfaces elliptiques (1) des cylindres.

Étant donnée, en général, une surface $f(x, y, z) = 0$ d'ordre m et de genre $p_g = 0$, il y a lieu de considérer les surfaces $\varphi_{r(m-4)}$ d'ordre $r(m-4)$ $(r > 1)$, qui se comportent, le long de la courbe double de f, comme si celle-ci avait pour φ la multiplicité r; le nombre P_r des $\varphi_{r(m-4)}$ linéairement indépendantes constitue un caractère invariant de f, ainsi que je l'ai démontré en 1896; on appelle P_r le *genre d'ordre* r de la surface f; on a d'ailleurs

$$P_1 = p_g.$$

Or, en calculant P_r pour les surfaces (1), on trouve

$$P_2 = t - 3$$

et, pour $t = 3$,

$$P_4 \geqq 1$$

ou bien

$$P_6 \geqq 1;$$

tandis que pour les cylindres on a toujours

$$P_r = 0 \qquad (r = 1, 2, 3, \ldots).$$

Il en résulte ainsi une expression simple des conditions pour qu'une surface de genre $p_a < 0$ puisse être ramenée à un cylindre; il suffit que l'on ait

$$P_4 = P_6 = 0.$$

Or, si $p_a = 0$, ces mêmes conditions entraînent la rationalité de la surface, car les conditions établies par M. Castelnuovo $(p_a = P_2 = 0)$ se trouvent satisfaites.

On aura donc le théorème suivant :

Les conditions pour qu'une surface algébrique $f(x, y, z) = 0$ *puisse être transformée birationnellement en un cylindre* $F(X, Y) = 0$ *s'expriment simplement par les équations*

$$P_4 = P_6 = 0.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions d'une infinité de variables.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. P. Painlevé.

La plupart des théorèmes sur les ensembles linéaires de points ont pu être généralisés dans l'espace à n dimensions. Je me propose de montrer qu'on peut pousser cette extension jusque dans un espace E_∞ à une infinité dénombrable de dimensions. Une telle généralisation n'a rien d'artificiel : un grand nombre des éléments qui s'introduisent dans l'Analyse peuvent être envisagés avec profit comme déterminés par une suite infinie de variables indépendantes. Ainsi, une fonction holomorphe est connue lorsqu'on se donne les coefficients $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ de son développement. On peut donc dire qu'elle correspond à un point de l'espace E_∞ ayant pour coordonnées $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$

La seule définition vraiment nouvelle qu'il y ait lieu d'introduire pour réaliser cette extension est celle de la limite d'une suite de points. Si A et A_n ont respectivement pour coordonnées $a_1, a_2, \ldots, a_p, \ldots,$ et $a_1^{(n)}, a_2^{(n)}, \ldots, a_p^{(n)}, \ldots$, nous dirons que la suite de points $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ tend vers A, lorsque, quel que soit p, la suite des nombres $a_p^{(1)}, \ldots, a_p^{(n)}, \ldots$ tend vers le nombre a_p (¹). Les définitions de point-limite d'un ensemble, d'ensembles dérivé, fermé, parfait se déduisent alors de la précédente comme dans l'espace ordinaire. Nous dirons encore qu'un ensemble de points A de coordonnées $(a_1, a_2, \ldots, a_n \ldots)$ est *limité* si, pour tout point A de l'ensemble, on a

$$|a_1| < M_1, \qquad \ldots, \qquad |a_n| < M_n, \qquad \ldots$$

($M_1, M_2, \ldots$, nombres fixes pour tout l'ensemble). Nous appellerons aussi *point de condensation* d'un ensemble g, tout point qui reste point-limite de l'ensemble obtenu en supprimant de g un ensemble dénombrable quel-

(¹) Cette définition satisfait aux deux conditions imposées à la définition la plus générale de la limite dans la Note des *Comptes rendus* du 21 novembre 1904 : *Généralisation d'un théorème de Weierstrass.* De plus elle correspond bien aux définitions usuelles, car si, par exemple, une fonction f_n holomorphe dans un cercle fixe y a un module borné, elle tend *uniformément* vers f, si le point correspondant à f_n dans E_∞ tend au sens indiqué vers le point correspondant à f et réciproquement.

conque de ses points. Enfin, nous dirons qu'un ensemble g est *compact* s'il existe toujours au moins un point commun à une suite infinie quelconque d'ensembles $g_1, g_2, \ldots, g_n, \ldots$, contenus dans g lorsque ceux-ci sont fermés et chacun contenu dans le précédent.

Ceci étant, nous avons pu démontrer pour cet espace E_∞ à une infinité dénombrable de dimensions les principaux théorèmes énoncés dans l'espace ordinaire et cela, directement, sans supposer connus ces derniers.

I. *La condition nécessaire et suffisante pour qu'un ensemble de points de l'espace* E_∞ *soit compact est que cet ensemble soit limité* [1].

II. *L'ensemble dérivé d'un ensemble de points de* E_∞ *est fermé.*

III. *Tout ensemble non dénombrable et limité de points de* E_∞ *donne lieu à, au moins, un point de condensation.*

IV. *Tout ensemble limité et fermé* F *de points de* E_∞ *peut se décomposer en deux ensembles sans points communs, l'un dénombrable, l'autre parfait.* Ce dernier est formé par l'ensemble des points de condensation de F.

V. *Dans tout ensemble parfait et limité* P *de points de* E_∞, *on peut trouver un ensemble dénombrable dont* P *soit le dérivé.*

VI. *La condition necessaire et suffisante pour qu'un ensemble limité* F *de points de* E_∞ *soit fermé est que l'on puisse toujours remplacer par un nombre fini d'entre eux jouissant de la même propriété les ensembles* I *d'une même famille* G *telle que tout point de* F *soit intérieur au sens étroit* [2] *à l'un au moins des ensembles* I.

Les propositions précédentes doivent jouer dans le calcul fonctionnel un rôle analogue à celui de leurs cas particuliers (pour l'espace à une ou deux dimensions) dans la théorie des fonctions. Leur utilité au point de vue des applications n'est donc pas douteuse. Je pense pouvoir en indiquer prochainement quelques-unes.

---

(1) Depuis longtemps, M. Montel possède la démonstration d'un théorème qui, d'après le paragraphe IV de la Note déjà citée, est identique à la condition suffisante de notre énoncé. Ce théorème, qui lui a fourni de nombreuses applications dans la théorie des fonctions, est le suivant : *Tout ensemble limité de points de* E_∞ *possédant une infinité de points distincts donne lieu à au moins un point limite.*

(2) C'est-à-dire soit un point de I non limite de points de F n'appartenant pas à I.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes de Riemann.* Note de M. P. FATOU, présentée par M. Painlevé.

Dans son célèbre Mémoire *Sur la représentation d'une fonction par une série trigonométrique*, Riemann a fait connaître une condition nécessaire et suffisante pour la convergence d'une série de la forme

$$a_0 + (a_1 \cos x + b_1 \sin x) + \ldots + (a_n \cos nx + b_n \sin nx) + \ldots$$

pour laquelle on a

$$\lim a_n = 0, \qquad \lim b_n = 0.$$

Il résulte de la condition que donne Riemann (¹) que la convergence de la série en un point ne dépend que de la façon dont se comporte, au voisinage immédiat de ce point, la fonction $F(x)$ représentée par la série convergente qui s'obtient en intégrant deux fois de suite terme à terme la série proposée.

On peut déduire de ce critère de convergence un résultat intéressant au point de vue de la recherche des points singuliers d'une fonction définie par son développement en série de Taylor, à savoir :

Une série de Taylor dont le rayon de convergence est égal à 1, *et dont les coefficients tendent vers zéro, est convergente en tout point non singulier de son cercle de convergence.*

Une application convenable du principe de multiplication des singularités de M. Hadamard, par exemple la substitution à la série de Taylor considérée de l'une de ses dérivées généralisées, permettra d'ailleurs d'étendre considérablement le champ d'applications de ce théorème : toutes les fois que l'on obtiendra ainsi une série ayant mêmes singularités que la série proposée et dont les coefficients tendront vers zéro sans former une série absolument convergente, tous les points de divergence que l'on pourra trouver sur le cercle de convergence seront des points singuliers. Si les coefficients de la série ne tendent pas vers zéro, mais restent finis, la somme des n premiers termes doit, pour tout point régulier du cercle de convergence, osciller entre des limites *finies*.

A un autre point de vue, je signalerai les extensions que l'on peut donner

(¹) *Riemann's Mathematische Werke*, éd. Weber et Dedekind, p. 238.

d'un autre théorème de Riemann faisant connaître une relation remarquable entre une série trigonométrique convergente $f(x)$ et la fonction $F(x)$ dont nous rappelions plus haut la définition : en faisant des hypothèses particulières sur la série $f(x)$, il pourra arriver qu'une seule intégration terme à terme de cette série conduise à une fonction continue admettant $f(x)$ comme dérivée première. Ainsi :

Si na_n et nb_n tendent vers zéro, la série

$$\sum_{n=0}^{\infty}(a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

supposée convergente représente une fonction dérivée, par suite, une fonction qui ne peut passer d'une valeur à une autre sans prendre toutes les valeurs intermédiaires.

Cette proposition n'est d'ailleurs plus exacte si l'on suppose seulement que na_n et nb_n restent finis.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Indétermination de la trajectoire limite des planeurs rigides.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. Maurice Levy.

Lorsque le mouvement d'un planeur par rapport à l'air est à peu près rectiligne et uniforme, à chaque direction de la vitesse par rapport au planeur correspond une direction et une seule du torseur (force et couple d'axe parallèle à la force) qui définit la réaction de l'air sur le planeur, de position entièrement définie par rapport au planeur. La réunion de ces droites forme un faisceau qui dépend de deux paramètres seulement, les deux angles qui définissent la direction relative de la vitesse; en conséquence, par un point quelconque, de coordonnées déterminées par rapport au planeur, il ne passe, en général, qu'une seule des droites du faisceau. Si le centre de gravité du planeur est en dehors de l'espace couvert par le faisceau des réactions de l'air, aucun mouvement de translation sans rotation du planeur n'est possible. Si le centre de gravité est dans le domaine couvert par le faisceau des réactions, il y a une et une seule réaction passant par le centre de gravité, une et une seule vitesse relative correspondante, de l'air et du planeur. Je supposerai que cette réaction qui passe par le centre de gravité se réduit à une force sans couple; c'est ce qu'on s'efforce

toujours de réaliser en donnant au planeur un plan de symétrie longitudinal qui contient le centre de gravité. Dans tout mouvement de translation sans rotation (ou avec rotations très lentes), l'accélération du mouvement γ, appliquée au centre de gravité, résulte de l'accélération de la pesanteur g, et de la réaction particulière, qui passe par le centre de gravité, rapportée à l'unité de masse du planeur, ρV^2. La position du planeur est liée à la direction de cette réaction et de la vitesse V correspondante. Soient P le plan de ces deux droites et i l'angle, supérieur à $\frac{\pi}{2}$, de leurs directions positives.

Occupons-nous seulement dans cette Note du mouvement limite. La vitesse devient constante en grandeur lorsque l'accélération lui est perpendiculaire; la vitesse de chute devient constante lorsque l'accélération est horizontale. Ces deux conditions qui définissent un mouvement limite ne fixent pas complètement l'orientation du plan P, c'est-à-dire du planeur, par rapport à la verticale; contrairement à ce que l'on pourrait supposer en raison du caractère résistant de l'action de l'air, la trajectoire finale du planeur n'est pas déterminée par sa seule construction, elle dépend encore des conditions initiales.

Considérons dans le plan P′ perpendiculaire à V une direction quelconque, et prenons-la pour direction de l'accélération γ. Par γ et par la réaction de l'air menons un plan et dans ce plan une perpendiculaire à γ; cette droite est la verticale du mouvement final, d'après ce qui a été dit plus haut; la résultante de $-\gamma$ et de ρV^2 est dirigée suivant cette verticale, vers le haut, et égale à g. A chaque orientation de γ dans le plan P′ correspond ainsi une direction de verticale, une vitesse V, une pente du mouvement, une accélération latérale γ et par conséquent un rayon de courbure défini de la trajectoire.

L'accélération γ peut être nulle, la trajectoire est dans un plan vertical, et la chute se fait en pente douce. Mais l'accélération γ peut aussi avoir une direction quelconque hors du plan P de la vitesse et de la réaction de l'air. *Sous l'influence des circonstances initiales en air calme, ou sous l'action accidentelle d'un coup de vent à l'air libre, la chute à vitesse constante considérable sur une hélice de pas très court est toujours un état final possible d'un planeur rigide, quelque bien équilibré qu'on le suppose.*

Soient $\mathcal{R}$ le rayon de courbure de la trajectoire, $\frac{V^2}{\mathcal{R}}$ l'accélération γ horizontale, perpendiculaire à la vitesse; la réaction de l'air ρV^2 a γ pour projection horizontale et g

pour projection verticale vers le haut :

$$\rho V^2 \cos\theta = g, \qquad \rho V^2 \sin\theta = \frac{V^2}{\mathcal{R}},$$

en appelant θ l'angle de la réaction de l'air avec la verticale. Soit α l'angle de la vitesse avec la verticale vers le bas, le triangle sphérique rectangle V, g, ρV^2 donne

$$\cos\alpha \cos\theta = -\cos i.$$

Ces trois équations définissent complètement une trajectoire finale en hélice, de pente quelconque α, comprise entre $\pi - i$ et la verticale ($\alpha = 0$). Le rayon R du cylindre qui porte cette hélice, l'angle θ qui définit l'inclinaison latérale du planeur, la vitesse finale V et le pas h de l'hélice sont donnés par

$$R = \frac{\sin^2\alpha \cos\alpha}{\rho\sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2 i}}, \qquad \cos\theta = \frac{\cos i}{\cos\alpha}, \qquad V = \sqrt{\frac{g}{\rho}\,\frac{\cos\alpha}{(-\cos i)}},$$

$$h = \frac{2\pi \sin\alpha}{\rho\sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2 i}}.$$

La vitesse limite, pour une même pente α, *est d'autant plus grande que l'appareil a été mieux réglé pour la chute en pente douce* $\left(i - \frac{\pi}{2}, \textit{petit}\right)$.

Lorsque la chute se rapproche de la verticale ($\alpha = 0$) le rayon du cylindre et le pas de l'hélice tendent vers zéro. L'hypothèse que le mouvement diffère peu d'un mouvement de translation cesse d'être satisfaite pour des valeurs de α d'autant plus grandes que le planeur est lui-même plus grand et que sa projection sur le plan P est plus étendue; il n'est donc pas permis de poursuivre jusqu'à la chute verticale l'application des formules, non pas que cette chute soit impossible, mais parce qu'elle serait certainement accompagnée d'une rotation rapide du planeur sur lui-même, dont on n'a pas tenu compte.

Cette indétermination partielle du mouvement limite est d'accord avec l'observation. C'est ainsi que, au récent concours d'aviation, un même planeur lancé à diverses reprises a suivi tantôt une trajectoire presque rectiligne, tantôt en hélice de court rayon. C'est aux accélérations latérales initiales, variables d'un lancé à l'autre, que ces différences sont imputables, et non aux planeurs eux-mêmes. Les écoliers savent que, pour atteindre le but avec leurs flèches de papier plié, il faut les lancer d'un mouvement doux, ce qui veut dire que la fin du lancé doit se faire à vitesse pas trop grande, rectiligne et uniforme, sans aucune accélération, pour être sûr d'éviter les accélérations latérales déviatrices.

Cette indétermination de la trajectoire limite, qui peut approcher beaucoup de la chute verticale pour un planeur rigide quelconque, a une conséquence importante.

Aucun planeur rigide n'offre de sécurité. Il ne suffit pas que l'expérimentateur qui monte un planeur ait sous la main des organes mobiles permettant de rectifier la trajectoire; car un coup de vent un peu violent peut rendre la trajectoire limite tellement verticale, que la chute se produise avant tout effet utile des organes correcteurs qui, d'ailleurs, se caleront sous l'action de l'air dans une position extrême résistant à tous les efforts par suite de la très grande vitesse de chute très rapidement acquise.

La sécurité exige que la trajectoire limite de l'aéroplane non monté reste toujours très éloignée de la verticale, et cela est impossible avec un planeur rigide, quelle que soit sa forme, du moins quand on néglige les couples qui prennent naissance lorsque le mouvement de translation est accompagné de rotation.

Lorsque la symétrie par rapport au plan P est insuffisante, et laisse subsister un couple de même axe que la résultante, tout mouvement de translation pure est impossible; la progression est accompagnée d'un tournoiement en azimut qui ne semble en aucun cas pouvoir augmenter la sécurité.

PHYSIQUE. — *Sur l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclairements.* Note de M. C. **Gutton**, présentée par M. Poincaré.

Il a été souvent constaté qu'un éclairement par trop faible de la plaque photographique ne produit pas d'impression, même après un long temps de pose. Je me suis proposé de déterminer comment varie l'impression photographique quand on fait croître l'éclairement à partir de cette limite inférieure.

La source de lumière employée est une lampe à incandescence alimentée par une batterie d'accumulateurs. J'ai réglé l'intensité du courant de telle sorte qu'à $6^{m},60$ de la lampe, une plaque Lumière (9×12, bande bleue) donne, après une minute de pose, une impression à peine visible.

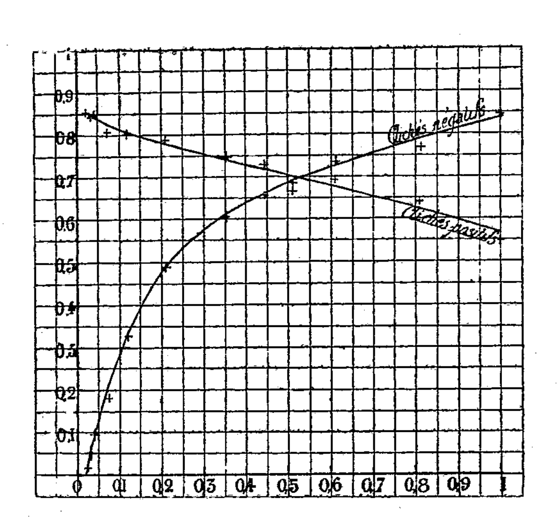
J'expose successivement à la lumière de cette lampe 12 plaques provenant de la même boîte. La première plaque est placée à $6^{m},60$ de la lampe et éclairée pendant une minute, les suivantes sont placées à des distances de plus en plus petites jusqu'à 1 mètre et impressionnées pendant le même temps. Dans chaque expérience, une moitié seulement de la plaque est éclairée, l'autre restant couverte par un écran opaque. Les expériences sont faites dans une chambre noire dont les parois sont recouvertes d'une peinture au noir de fumée ne diffusant pas de lumière. La lampe est enfermée dans un tube en carton rouge percé d'une ouverture, qui n'envoie de lumière que dans la di-

rection sur laquelle on dispose les plaques. Dans ces conditions, les plaques ne reçoivent que de la lumière venant directement de la lampe et l'éclairement varie en raison inverse du carré des distances. En prenant comme unité l'éclairement de la plaque placée à 1^m de la lampe, on peut calculer l'éclairement des plaques dans les différentes expériences.

Pour développer les douze clichés, je les place verticalement dans un support à rainures et les plonge en même temps dans un bain révélateur à l'hydroquinone.

Je mesure l'intensité de l'impression des clichés ainsi obtenus en déterminant au photomètre la quantité de lumière absorbée par le cliché. Pour éliminer l'absorption due au verre et à la gélatine, et les pertes de lumière par réflexion sur les faces du verre, j'opère de la manière suivante : Comme une moitié seulement de la plaque a été impressionnée, je mesure la quantité de lumière transmise par cette moitié, soit I_1, puis la quantité de lumière transmise par la partie non impressionnée, soit I_2. La fraction de lumière absorbée par la couche d'argent réduit est $\frac{I_2 - I_1}{I_2}$.

Je trace une courbe dont les abscisses sont les éclairements qui ont produit les photographies et les ordonnées de la fraction $\frac{I_2 - I_1}{I_2}$. Cette courbe



part d'un point de l'axe des abscisses dont la distance à l'origine est le plus faible éclairement qui impressionne la plaque en une minute. A partir de ce point la courbe monte très vite, fait un coude et continue avec une inclinaison beaucoup moindre. De cette forme de la courbe, il résulte que la différence d'intensité de deux clichés, correspondant à une différence

d'éclairements donnée est beaucoup plus grande si ces éclairements sont faibles que s'ils sont grands. Sur l'épreuve négative de la photographie d'un objet le contraste entre deux plaques peu éclairées sera exagéré. On sait que la photographie donne cependant une représentation suffisamment exacte des différences d'éclairement; cela peut tenir à ce qu'on ne se sert du cliché négatif que pour obtenir par contact des épreuves positives. Pour savoir si ces dernières conservent, en effet, les grandeurs relatives des éclairements, j'ai cherché comment variait l'intensité de l'impression photographique sur des épreuves positives des douze clichés négatifs obtenus avec des éclairements connus.

Dans ce but, j'ai reproduit sur verre, dans un châssis-presse, à 1^m d'une lampe à incandescence et avec 1 minute de pose, ces douze épreuves positives. Après développement, j'ai mesuré, comme je l'ai déjà indiqué, l'intensité de ces épreuves. La courbe qui représente les intensités en fonction des éclairements qui ont servi à obtenir les épreuves négatives, se rapproche beaucoup d'une ligne droite ([1]). Il y a donc proportionnalité entre les différences d'éclairement et les différences d'intensité des épreuves positives.

En résumé, sur une photographie négative, les contrastes sont exagérés dans les régions très peu éclairées et atténués dans les régions plus éclairées. Sur l'épreuve positive, les différences d'éclairement sont, au contraire, fidèlement reproduites.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons cathodiques émis par l'anode.* Note de M. E. **Rogovsky**, présentée par M. Lippmann.

En prenant un tube de Crookes ordinaire avec une croix d'aluminium et en reliant l'électrode opposée à la croix à l'anode d'une petite bobine de Ruhmkorff, 3^{cm}-5^{cm} de l'étincelle (l'autre électrode étant reliée à la cathode), on obtient une ombre de la croix sur le fond vert; il suffit seulement d'augmenter la résistance du circuit primaire de la bobine à peu près

([1]) Cette courbe aurait pu être déduite immédiatement de la précédente. Celle-ci donne, en effet, la quantité de lumière absorbée et, par suite, transmise par les clichés négatifs. Cette quantité de lumière est proportionnelle à l'éclairement qui donne l'épreuve positive. La même courbe permet de trouver l'intensité photographique correspondante.

jusqu'à ce qu'elle cesse de fonctionner. La luminescence du tube se change brusquement et l'ombre de la croix apparaît; seulement le fond vert est moins brillant que dans le cas où la même électrode du tube est reliée à la cathode d'une bobine. Les rayons émis par l'anode sont déviés par un aimant dans le même sens que les rayons cathodiques. Un électroscope prouve une électrisation positive de l'électrode (plaque) opposée à la croix, qu'elle soit anode ou cathode.

On peut encore observer l'émission des rayons cathodiques par l'anode en mettant une électrode du tube relié à la bobine en communication avec le sol par un fil muni d'une courte interruption.

ÉLECTRICITÉ. — *Tension superficielle d'un diélectrique dans le champ électrique.* Note de M. **Ch. Fortin**, présentée par M. J. Violle.

Quand la surface de séparation de deux diélectriques fluides est placée dans un champ électrique, on sait qu'il se manifeste des attractions et, pour interpréter certaines expériences de cette nature, on est conduit à se demander si la tension superficielle n'est pas modifiée sous l'action du champ. C'est la question que je me suis posée au cours des recherches commencées en 1903.

Pour la résoudre, la méthode employée consistait à produire l'ascension capillaire d'un liquide diélectrique entre les deux armatures planes et parallèles d'un condensateur, et à observer la dénivellation qui accompagne l'établissement du champ électrique. Deux causes peuvent être assignées à cette dénivellation : d'abord les attractions électriques étudiées par M. Pellat [1] produisent une dénivellation égale à $\frac{K-1}{8\pi dg}\frac{V^2}{e^2}$ (en appelant K le pouvoir inducteur spécifique du liquide, d sa densité, g l'accélération de la pesanteur, e la distance des armatures, V leur différence de potentiel); en second lieu une variation éventuelle DA de la tension superficielle sous l'action d'un champ électrique normal à la surface produirait une dénivellation égale à $\frac{2\,DA}{edg}$. La dénivellation totale peut donc s'écrire :

$$a = \frac{K-1}{8\pi dg}\frac{V^2}{e^2} + \frac{2\,DA}{e\,dg}. \tag{1}$$

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 691.

Malgré la présence gênante de la première cause de dénivellation, on peut trancher la question de savoir s'il y a une variation notable de la tension superficielle. L'expérience montre en effet que, pour une distance donnée des armatures, a est proportionnel à V^2 : il en est de même pour DA d'après l'égalité (1); et comme DA ne peut être fonction que du champ électrique $F = \frac{V}{e}$, il en résulte que DA est proportionnel au carré du champ. On peut donc poser : $DA = BF^2$, et l'égalité (1) devient

$$\frac{a}{F^2} = \frac{K - 1}{8\pi\, dg} + \frac{2B}{e\, dg}.$$

On voit que si B est nul, c'est-à-dire si le champ ne produit aucune modification de la tension superficielle, le rapport $\frac{a}{F^2}$ doit être indépendant de la distance e des armatures, ce qui n'aurait pas lieu dans l'hypothèse contraire. Il suffit donc pour trancher la question de vérifier si le rapport $\frac{a}{F^2}$ varie avec la distance des armatures.

L'appareil se composait essentiellement de deux lames de glace platinées ou argentées transparentes, maintenues, les faces métallisées en regard, par des pinces, et séparées par des cales de verre. L'épaisseur des cales, déterminée au sphéromètre, fournissait une mesure de la distance des lames, et l'uniformité de cette distance pouvait être contrôlée par l'observation, en lumière monochromatique, des franges d'interférence dans la lame d'air interposée. Le tout constituait un condensateur à armatures transparentes, fixé verticalement, ayant environ 10^{cm} de hauteur et 8^{cm} de largeur, et dont les armatures plongeaient, à leur partie inférieure, dans une cuve remplie de pétrole. Les lames étant bien mouillées par le liquide, le ménisque, visible par transparence dans toute sa longueur, était pointé en son milieu au moyen d'une lunette de cathétomètre munie d'un oculaire à vis micrométrique : le micromètre, une fois taré, servait à mesurer la dénivellation produite par le champ électrique. La différence de potentiel nécessaire était alternative (42 périodes par seconde), précaution généralement adoptée dans les expériences de cette nature. Cette différence de potentiel, fournie par un transformateur, était mesurée au moyen d'un voltmètre Elliott préalablement étalonné.

Parmi les résultats obtenus, je citerai deux séries de mesures dans lesquelles la distance des armatures fut respectivement

$$e_1 = 0^{cm},0255, \qquad e_2 = 0^{cm},0124.$$

Dans les deux cas, la dénivellation se montra proportionnelle au carré du champ, qui fut poussé au delà de 20000 volts par centimètre. Les dénivellations correspondant à une même valeur de champ, égale à 20000 volts par centimètre, furent respectivement

$$a_1 = 0^{cm},240, \qquad a_2 = 0^{cm},246.$$

La différence est de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales, et il est intéressant de calculer la limite supérieure qu'on peut en déduire pour la variation relative de tension superficielle sous l'action du champ. Un calcul simple donne pour la variation absolue DA :

$$DA < 0,0568 \text{ dyne par centimètre.}$$

Et comme la tension superficielle du pétrole est de 25,5 dynes par centimètre, on arrive à la conclusion suivante :

Dans un champ électrique de 20 000 *volts par centimètre, normal à la surface, la variation relative de la tension superficielle du pétrole est inférieure à* $\frac{1}{450}$.

On peut en conclure aussi que la dénivellation d'environ $2^{mm},5$ citée plus haut est due tout entière à l'attraction du diélectrique par le champ électrique. Le dispositif du condensateur à armatures transparentes et rapprochées permet donc d'observer à l'œil nu et même de projeter ce phénomène difficile à mettre en évidence par d'autres moyens (dans les expériences ci-dessus rapportées de M. Pellat, les plus grandes dénivellations observées ne dépassèrent pas $0^{mm},066$).

Le même dispositif se prête également bien aux mesures, et l'on peut fonder sur ce principe une méthode de mesure du pouvoir inducteur spécifique. Les nombres précédents conduisent pour celui du pétrole à la valeur

$$K = 2,08.$$

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique*. Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. Deslandres.

Le fluorure de strontium, introduit dans l'arc électrique, donne un spectre analogue à celui du fluorure de calcium, que j'ai précédemment décrit [1]. Les deux spectres présentent la particularité suivante : chacune des raies est, en réalité, la tête d'une bande à raies tellement serrées que l'on réussit à peine à les séparer; j'ai dû renoncer à les mesurer, même en employant un grand réseau concave de Rowland de 7^m de rayon. Les séries, dont j'ai donné les équations pour le fluorure de calcium, ne sont pas des *bandes*, mais bien des *séries de têtes de bandes;* il faut renoncer à utiliser ces spectres pour accroître nos connaissances sur la répartition des

(1) *Comptes rendus*, 20 juin 1904.

raies dans une bande, puisque ces raies ne sont pas séparément mesurables; ils peuvent utilement servir pour l'étude de la répartition des têtes de bandes, celles-ci étant nombreuses et bien définies.

Si, dans une série, on numérote les têtes, à partir d'une origine et dans un sens quelconque, la *fréquence* N de la tête numérotée m s'exprime par une fonction entière et du second degré en m

$$N = A - (Bm + C)^2.$$

Les valeurs des constantes B et C dépendent de l'origine et du sens du numérotage.

Dans chacune des séries, les intensités vont en décroissant à partir de l'une des têtes, qui est le commencement de la série; en d'autres termes, la série s'étend d'un seul côté à partir de la tête la plus brillante. Nous donnerons à celle-ci le numéro 0 et aux suivantes les numéros 1, 2, 3, etc., de telle manière que les intensités décroissent toujours quand les numéros s'élèvent (¹).

Le Tableau suivant donne les valeurs des constantes A, B, C pour les diverses séries des deux fluorures, en adoptant ce système de numérotage.

$CaFl^2$.				$SrFl^2$.			
Série.	A.	B.	C.	Série.	A.	B.	C.
A_1...	20458,9	+0,3776	32,10	A_1....	18813,1	+0,1835	32,10
A_2...	20455,2	+0,3768	32,10	A_2....	18800,8	+0,1874	32,10
B_1...	19925,1	+0,3209	32,10	B_1....	18350,5	+0,135	32,10
B_2...	19918,9	+0,31895	32,10	B_2....	18327,6	+0,128	32,10
C....	17146,1	−0,420	7,15				
D....	16609,3	−0,417	7,07	D.....	15902,8	−0,250	7,07
D'...	16570,8	−0,400	7,07	D'....	15622,5	−0,250	7,07
D''...	16534,4	−0,404	7,07				
D'''...	16473,0	−0,383	7,07				
E....	16046,2	−0,50	11,9	E.....	15492,7	−0,34	11,9
E'...	16006,5	−0,50	11,9	E'....	15455,9	−0,35	11,9
				E''....	15161,4	−0,35	11,9
				E''....	15214,1	−0,33	11,9

(¹) Dans ma première Note *Sur les spectres des fluorures*, j'avais choisi le numérotage de telle manière que la constante C soit sensiblement nulle; la tête la plus bril-

Les séries, dont le tableau précédent donne les constantes, se divisent en deux catégories, aussi bien par leur aspect que par la forme de leurs équations :

Pour les unes (séries A et B, que j'appellerai séries de première espèce), la constante B est positive; les intervalles entre les têtes successives vont en croissant à mesure qae les numéros d'ordre augmentent, c'est-à-dire à mesure que les intensités décroissent; en même temps, l'aspect de ces séries montre que les bandes, issues de chaque tête, sont dégradées vers le rouge.

Pour les autres (séries de la seconde espèce), la constante B est négative; les intensités des têtes vont en décroissant à mesure que leurs intervalles diminuent; les bandes sont dégradées vers le violet.

La comparaison des nombres donnés ci-dessus conduit aux résultats suivants :

1° Si l'on considère les séries analogues des deux fluorures, la constante A est toujours plus grande dans le cas du calcium que pour le strontium; en d'autres termes, les séries se déplacent vers les grandes longueurs d'onde lorsque le poids atomique du métal augmente. On sait qu'il en est de même pour les spectres des métaux.

2° La constante C a la même valeur pour les séries analogues des deux sels.

3° La constante B diminue lorsque l'on passe d'une série du calcium à la série analogue du strontium.

Le fluorure de baryum donne, lui aussi, un magnifique spectre de bandes, dont les têtes seules sont mesurables. Toutes les séries de têtes appartiennent à la seconde espèce ($B < 0$). Ces séries ne sont certainement pas les analogues des séries de seconde espèce des deux autres fluorures : elles sont tournées en sens inverse; les bandes issues des têtes sont dégradées vers le rouge, et c'est aussi vers le rouge que décroissent les intervalles des têtes successives ainsi que leurs intensités. L'équation de ces séries est, par suite, de la forme

$$N = A + (Bm + C)^2 \qquad (B < 0).$$

Les séries du fluorure de baryum analogues des séries de seconde espèce

lante (commencement de la série) avait alors un certain numéro, et les suivantes des numéros, à partir de celui-ci, dans le sens croissant ou décroissant, selon les cas. Le numérotage que je viens d'indiquer m'a paru plus naturel, et il conduit à des relations numériques intéressantes entre les coefficients.

des deux autres fluorures devraient se trouver vers les grandes longueurs d'onde (peut-être sont-elles dans l'infra-rouge) tandis que celles dont je viens de parler se trouvent dans le bleu.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'ionisation due à l'émanation du radium.* Note de M. **William Duane**, présentée par M. A. Potier.

Si l'on introduit brusquement de l'émanation du radium dans un récipient disposé pour les mesures, le courant électrique de saturation que l'on peut faire passer à travers le gaz contenu dans ce récipient croît rapidement pendant les 10 premières minutes, puis plus lentement, et atteint une valeur maximum au bout de 3 heures environ. Théoriquement, la relation entre le courant et le temps t, compté à partir du moment où l'émanation a été introduite dans l'appareil, serait de la forme

$$(1) \qquad i = A + Bf(t).$$

Le second terme correspond à l'apparition progressive de la radioactivité induite. A et B dépendent de la forme du récipient et de la quantité d'émanation; ils restent constants tant que l'émanation elle-même n'a pas diminué d'une manière appréciable. En employant pour $f(t)$ l'expression donnée par MM. P. Curie et Danne ([1]), nous pouvons écrire :

$$(2) \qquad i = i_0 \left\{ \alpha - \beta \left[\lambda e^{-at} - \mu \left(\frac{c}{b-c} \frac{a}{a-b} e^{-bt} - \frac{b}{b-c} \frac{a}{a-c} e^{-ct} \right) \right] \right\}$$

avec les conditions $\alpha - \beta = 1$ et $\lambda - N\left(\frac{c}{b-c}\frac{a}{a-b} - \frac{b}{b-c}\frac{a}{a-c}\right) = 1$.

Les constantes b et c sont très exactement connues. Pour déterminer les deux rapports $\frac{\alpha}{\beta}$ et $\frac{\lambda}{\mu}$, les courants de saturation furent mesurés dans des récipients convenables au moyen d'un électromètre et d'un quartz piézo-électrique, les lectures étant faites de minute en minute pendant les 10 premières minutes et moins fréquemment ensuite.

En fait, l'équation (2), avec

$$a = 0{,}00401, \quad b = 0{,}000538, \quad c = 0{,}000413,$$
$$\alpha = 2{,}37. \quad \beta = 1{,}37. \quad \lambda = 0{,}570 \quad \mu = 0{,}438$$

([1]) *Comptes rendus*, 14 mars 1904.

et la seconde comme unité de temps, concorde avec la moyenne des valeurs observées à 0,5 pour 100 près pour les 10 premières minutes et à 1 pour 100 pour les 20 minutes suivantes.

i_0, dans l'équation (2), est la valeur de i quand $t = 0$, et nous supposerons dans ce qui suit que i_0 représente le courant de saturation dû à l'émanation seule. β est approximativement égal au rapport des courants dus respectivement à l'activité induite et à l'émanation quand elles sont en équilibre radioactif et $\frac{\lambda}{\mu}$ est sensiblement égal au rapport des courants dus au premier et au troisième des composants successifs de la radioactivité induite (dans la théorie des transformations).

Les constantes α, β, γ et μ sont fonctions des dimensions de l'appareil. Cependant elles varient peu quand on n'emploie que des vases larges comme dans les expériences dont il est question ici. Lorsque le maximum est atteint, environ 42 pour 100 du courant total est dû à l'émanation, 33 pour 100 au premier et 25 pour 100 au troisième des composants de la radioactivité induite.

La quantité d'émanation émise par une solution d'un sel de radium est proportionnelle à la masse du sel et au temps. Nous prendrons comme unité de quantité d'émanation celle émise pendant une seconde dans un grand volume d'air par une solution de faible volume contenant 1^g de bromure de radium. Si le temps pendant lequel on laisse s'accumuler l'émanation n'est pas court, il faut faire une correction qui tient compte de la destruction de l'émanation pendant ce temps.

Il est important de connaître l'ionisation produite par une quantité d'émanation unité dans des conditions données. Si l'émanation est enfermée dans un récipient, une partie de sa radiation est absorbée par les parois.

Pour déterminer l'effet produit par ces parois, on construisit trois récipients cylindriques de zinc portant suivant leur axe une tige de zinc isolée servant d'électrode. Le plus grand contenait 51^l d'air et le plus petit moins de $0^l,5$. La longueur de chaque cylindre était égale à environ deux fois son diamètre. On mesurait dans ces appareils les courants de saturation à divers moments après l'introduction d'une quantité connue d'émanation et l'on calculait l'intensité initiale du courant en utilisant l'équation (2). Les courants initiaux sont très exactement représentés par l'expression

$$(3) \qquad d = b - k\frac{S}{V},$$

S étant la surface du récipient, V son volume, b et k des constantes. Si la quantité totale d'émanation contenue dans chaque récipient est l'unité, la valeur de k est 0,326 et celle de b 0,63 en unités électrostatiques et à 18° et 760^{mm} de pression.

L'équation (3) peut s'interpréter de la manière suivante : on peut supposer que la radiation absorbée par les parois et la radiation secondaire qui peut en résulter sont

proportionnelles à la surface et à la quantité d'émanation contenue par unité de volume d'air. Si chaque récipient contient la même quantité totale d'émanation, la quantité contenue par unité de volume est inversement proportionnelle au volume total. L'effet dû aux parois est donc proportionnel au rapport de S à V. La quantité b, dans l'équation (3), est le courant qui serait produit par la quantité d'émanation unité si tout son rayonnement était absorbé par l'air.

La constante k est positive, ce qui indique que l'effet du rayonnement absorbé est plus grand que celui de la radiation secondaire qui peut prendre naissance.

On a utilisé, pour obtenir les valeurs ci-dessus de b et de k, l'émanation fournie en 2 heures par une solution de $0^g,0001096$ de bromure de radium, c'est-à-dire environ 0,79 unité. Le volume de la solution était d'environ 1^{cm^3} et celui du réservoir de verre qui la contenait, d'environ 30^{cm^3}. Pour établir un régime permanent on prenait la précaution de balayer plusieurs fois ce réservoir avec de l'air, à des intervalles de 2 heures, avant de recueillir l'émanation. On a aussi utilisé deux autres solutions contenant respectivement $0^g,000110$ et $0^g,0000127$ de bromure de radium dissous dans 5^{cm^3} d'eau. On a trouvé pour b les valeurs 0,61 et 0,60 et pour k les valeurs 0,316 et 311. Ces résultats sont très voisins de ceux qui précèdent. Toutefois les résultats étaient plus réguliers en dissolvant le bromure de radium dans une moins grande quantité d'eau comme dans la première série de mesures.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la purification de la gadoline et sur le poids atomique du gadolinium.* Note de M. **G. Urbain**, présentée par M. Haller.

La matière première qui m'a servi dans cette étude était constituée par de la gadoline ne renfermant déjà plus que quelques centièmes d'impuretés. Elle provenait des traitements de l'europium et des traitements de l'élément Z_δ. Le poids de cette gadoline brute dépassait 1^{kg}. J'ai éliminé les fractions renfermant encore de l'europium et les fractions riches en Z_δ, et j'ai fractionné cette gadoline dans l'acide nitrique de densité 1,3 à l'état de nitrate double de gadolinium et de nickel :

$$2(AzO^3)^3Gd + 3(AzO^3)^2Ni + 24H^2O.$$

Cette méthode présente sur la méthode de Demarçay [*Fractionnement des nitrates doubles magnésiens* (*Comptes rendus,* t. CXXX, 1900, p. 1019)] d'assez sérieux avantages. Elle rejette plus rapidement dans les fractions très solubles la terbine et permet d'observer aisément la formation toujours possible des nitrates simples, qu'il faut soigneusement éviter.

Mon but était de m'assurer que le gadolinium était une substance unique. J'ai prolongé ce fractionnement pendant plus de 6 mois à raison de deux séries de cristallisations par jour et j'ai opéré sur 20 à 22 fractions consécutives. Lorsque ce traitement fut arrêté, la première fraction portait le n° **18**, les fractions précédentes ayant été réduites à zéro; la dernière portait le n° **39**. Les oxydes étaient parfaitement blancs

pour la majeure partie du fractionnement et, seules, les 4 dernières fractions avaient une légère coloration jaune et présentaient en solution un beau spectre d'absorption ultra-violet dont j'ai déterminé approximativement les λ (*Bull. Soc. chim.*, Procès-verbal de la séance du 27 janvier 1905) et qui appartient peut-être en propre à l'élément Z_δ, car les bandes du spectre me paraissent accompagner la bande $\lambda = 488$ observée autrefois par M. Lecoq de Boisbaudran [1].

Le spectre d'étincelle de mon gadolinium a été étudié spécialement par Sir William Crookes, et le spectre d'arc par le Dr Eberhard. Ces savants publieront incessamment leurs résultats.

Sir William Crookes (*Chem. News*, vol. XCI, n° 2359, p. 61) a observé en outre que ma gadoline la plus pure présente le spectre de phosphorescence cathodique qu'il a attribué à un élément nouveau, le victorium.

Mes mesures de poids atomique accusent, du commencement à la fin de mon fractionnement, rigoureusement le même nombre, et la phosphorescence cathodique observée par Sir William Crookes ne peut être due qu'à une trace impondérable d'une impureté sur la nature de laquelle il m'est impossible de me prononcer actuellement.

Les déterminations de poids atomique ont été effectuées en transformant le sulfate octohydraté $(SO^4)^3Gd^2 + 8H^2O$ en oxyde Gd^2O^3. Ces deux composés peuvent se peser sans cause d'erreur. Le sulfate anhydre provenant de la déshydratation du sulfate hydraté absorbe dans le dessiccateur une proportion d'air considérable qui ôte toute précision aux mesures de poids atomique que l'on serait tenté de faire par dosage d'eau.

Les six premières fractions de mon fractionnement m'ont donné les nombres suivants :

Fractions.	$(SO^4)^3Gd^2 + 8H^2O$.	Gd^2O^3.	$(SO^3 + H^2O)$ pour 100.	Poids atomique.
18....	1,9256	0,9350	51,443	157,35
19....	1,9749	0,9589	51,445	157,35
»....	1,9975	0,9698	51,449	157,32
20....	2,1083	1,0231	51,472	157,15
»....	1,8993	0,9214	51,486	157,04
21....	2,2065	1,0707	51,475	157,13
»....	1,9535	0,9479	51,476	157,12
22....	2,2008	1,0685	51,449	157,32
»....	2,2482	1,0914	51,454	157,28
23....	2,1932	1,0646	51,459	157,25
			Moyenne...	157,23

(1) M. Lecoq de Boisbaudran a publié récemment une Note dans les *Comptes rendus* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 1015) à propos de ma Communication *Sur l'élément* Z_δ (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 736). J'abandonne bien volontiers le mot *hypothétique* dont j'avais qualifié l'élément Z_δ. M. Lecoq de Boisbaudran avait en effet bien établi l'indépendance de la bande $\lambda = 488$, caractéristique du Z_δ et des bandes bleues du dysprosium sans avoir pu cependant séparer ces deux éléments. C'est cette séparation que je suis parvenu à réaliser complètement.

J'ai analysé de même les dernières fractions.

Fractions.	$(SO^4)^3Gd^2+8H^2O$.	Gd^2O^3.	(SO^3+H^2O) pour 100.	Poids atomique.
35....	2,0551	0,9974	51,466	157,19
36....	2,1555	1,0469	51,430	157,45
37....	2,2277	1,0807	51,488	157,04
38....	2,2559	1,0946	51,478	157,11
39....	2,2523	1,0939	51,431	157,45
			Moyenne...	157,25

J'ai admis $O = 16$ $H = 1,007$ $S = 32,06$.

On voit que la constance de ces nombres se maintient d'une façon remarquable. Ma gadoline est vraisemblablement la plus pure de celles qui aient encore été préparées et mes mesures ont une précision suffisante pour que l'on puisse admettre comme valeur la plus probable du poids atomique du gadolinium le nombre 157,23.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques osmionitrites et sur un nitrite d'osmium.* Note de M. **L. Wintrebert**, présentée par M. A. Haller.

Dans un travail antérieur (*Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XXVIII, janv. 1903) j'ai signalé l'existence de plusieurs nitrites complexes d'osmium et de potassium :

L'osmylnitrite..............	$OsO^2(AzO^2)^4K^2$
L'osmyloxynitrite...........	$OsO^3(AzO^2)^2K^2, 3H^2O$
L'osmionitrite..............	$Os(AzO^2)^5K^2$

Les deux premiers de ces corps dérivent de l'osmium hexavalent et sont étroitement liés aux osmiates, aux sels d'osmyldiammonium ; ils permettent aussi d'obtenir avec un rendement parfait les plus importants des sels de l'osmium, les chloroosmiates. Le troisième est, au contraire, l'un des très rares composés qui se rattachent à l'osmium trivalent et son étude paraît devoir conduire à un grand nombre de combinaisons nouvelles.

L'objet de la présente Note est d'indiquer avec plus de précision les conditions de fonction de l'osmionitrite de potassium et de montrer comment ce sel peut servir à préparer, directement ou indirectement, toute une série d'osmionitrites et même le nitrite d'osmium correspondant.

1° *Osmionitrite de potassium*, $Os(AzO^2)^5K^2$. — On le prépare en faisant agir un excès d'azotite de potassium sur le chloroosmiate du même métal à la température

de 80° environ :

$$OsCl^6K^2 + 7\,AzO^2K = Os(AzO^2)^5K^2 + 6\,KCl + AzO^3K + AzO.$$

Il est indispensable d'opérer à l'abri de l'air si l'on veut éviter la formation d'une grande quantité d'osmyloxynitrite et même des pertes d'osmium sous forme de peroxyde OsO^4.

L'osmionitrite se dépose, après refroidissement, en parallélépipèdes aplatis de couleur jaune serin. Très soluble dans l'eau pure il l'est beaucoup moins dans son eau mère chargée de sels de potassium, aussi le rendement est-il facilement de 75 pour 100.

2° *Osmionitrite de sodium*, $Os(AzO^2)^5Na^2, 2H^2O$. — Parallélépipèdes aplatis de couleur jaune légèrement orangé, un peu plus solubles que le sel de potassium et qu'on obtient plus facilement, par double décomposition, à partir de l'osmionitrite d'argent ou de celui de baryum.

3° *Osmionitrite d'ammonium*, $Os(AzO^2)^5(AzH^4)^2, 2H^2O$. — On prépare ce composé en traitant le sel correspondant de baryum par une quantité strictement équivalente de sulfate neutre d'ammonium. Il se présente en beaux cristaux jaune orangé dont la solubilité rappelle celle du dérivé potassique. A l'état sec, et à la température ordinaire, ces cristaux sont parfaitement stables. Placés dans un courant d'hydrogène, ils noircissent légèrement dès 130°; si l'on porte rapidement à 160°, ils se décomposent brusquement donnant les produits de décomposition de l'azotite d'ammonium et un peu de peroxyde d'osmium, le résidu vraisemblablement formé en grande partie de nitrite d'osmium n'est totalement réduit qu'à température plus élevée. On peut d'ailleurs éviter toute explosion en chauffant graduellement la matière et obtenir ainsi un dosage exact de l'osmium. En dissolution, l'osmionitrite d'ammonium est bien stable à froid, mais il s'altère à chaud, quelques bulles gazeuses se dégagent et la liqueur prend une teinte rouge orangé de plus en plus accentuée.

4° *Osmionitrite d'argent*, $Os(AzO^2)^5Ag^2, 2H^2O$. — Petits cristaux jaune d'or assez peu solubles et non parfaitement stables en dissolution, mais qui se conservent très bien à l'état sec, si on les préserve de la lumière. On les obtient en mélangeant des solutions chaudes et moyennement concentrées d'osmionitrite de potassium et d'azotate d'argent.

5° *Osmionitrites de baryum*, $Os(AzO^2)^5Ba, H^2O$ et $Os(AzO^2)^5Ba, 4H^2O$. — Lorsqu'on ajoute une solution de chlorure de baryum à une solution chaude d'osmionitrite de potassium, on obtient un osmionitrite de baryum diversement hydraté suivant la température à laquelle il se dépose. Au-dessus de 15° environ, on recueille des tables jaunes constituant un produit monohydraté; à température plus basse, on a des aiguilles prismatiques jaune d'ambre contenant $4H^2O$. Il est très important que la liqueur résultant du mélange des deux solutions n'ait point une température supérieure à 40° ou 50°; le chlorure de potassium mis en liberté dans la réaction pourrait, en effet, donner avec l'osmionitrite de baryum divers produits d'addition.

6° *Osmionitrite de strontium*, $Os(AzO^2)^5Sr, 2H^2O$. — Cristaux orangés qui ne se forment qu'au sein d'une eau mère sirupeuse et qu'on obtient facilement par double décomposition à partir du sel d'argent correspondant. Ces deux dernières remarques valent pour les trois sels suivants.

7° *Osmionitrite de calcium*, $Os(AzO^2)^5Ca, 4H^2O$. — Longues lamelles jaune orangé.

8° *Osmionitrite de magnésium*, $Os(AzO^2)^5Mg, 4H^2O$. — Cristaux jaune de soufre.

9° *Osmionitrite de zinc*, $Os(AzO^2)^5Zn, \frac{1}{2}H^2O$. — Houppes cristallines jaune légèment orangé.

10° Divers essais tentés pour obtenir les osmionitrites de fer, de manganèse, de cuivre et de plomb ont généralement amené la formation de produits cristallisés; mais ceux-ci ou bien n'ont pu être analysés, ou bien ne correspondaient pas à la forme normale des osmionitrites. Une communication ultérieure fera connaître les plus intéressants de ces derniers.

11° *Acide osmionitreux*, $Os(AzO^2)^5H^2$, et *nitrite d'osmium*, $Os(AzO^2)^3$. — L'addition d'acide sulfurique, en quantité strictement équivalente, à une solution d'osmionitrite de baryum, précipite la totalité du baryum à l'état de sulfate. Si l'on opère à froid, aucun dégagement gazeux ne se produit et l'on obtient après filtration une liqueur jaune verdâtre, acide au tournesol, capable de reproduire avec la potasse l'osmionitrite de potassium. Cette liqueur contient vraisemblablement en dissolution l'acide osmionitreux $Os(AzO^2)^5H^2$.

Mais, quand on essaie de concentrer cette dissolution, il se produit lentement à froid, rapidement à chaud, un abondant dégagement de vapeurs nitreuses; la liqueur devient alors jaune brun et l'on est fondé à croire qu'elle ne contient plus que le composé $Os(AzO^2)^3$. Aucun cristal, à la vérité, ne s'y dépose, lors même qu'elle serait amenée à consistance sirupeuse, mais, évaporée à siccité, elle fournit un produit brun foncé qui peut sans altération être desséché dans l'air à une température voisine de 100°. Après maintien durant un temps suffisamment long à cette température, le poids du produit ne varie plus : son rapport au poids du sel de baryum employé est alors sensiblement égal à celui des poids moléculaires du nitrite $Os(AzO^2)^3$ et de l'osmionitrite de baryum.

Ce composé serait donc le nitrite d'osmium correspondant aux osmionitrites. L'analyse a confirmé cette hypothèse.

La stabilité remarquable des divers corps qui viennent d'être décrits contraste singulièrement avec les propriétés des sels d'osmium obtenus jusqu'ici; parmi ces sels, aucun groupe, d'ailleurs, ne possède d'aussi nombreux représentants. Il convient donc d'assigner aux nitrites dérivés de l'osmium trivalent une place des plus importantes parmi les combinaisons de ce métal.

MÉTALLURGIE. — *Constituant spécial obtenu dans la trempe d'un bronze d'aluminium.* Note de M. **Pierre Breuil**, présentée par M. Ad. Carnot.

Nous avons eu récemment l'occasion d'étudier un alliage de cuivre et d'aluminium dénommé *Fortior* et fabriqué par MM. Agésilas et Cie qui nous

paraît mériter un certain intérêt. Nous ne pouvons en donner la composition exacte, mais nous sommes autorisé à dire que les métaux constituants comprennent du cuivre et de l'aluminium et quelques millièmes d'autres éléments.

Cet alliage fond entre 1010° et 1030° et présente un point singulier entre 690° et 730°. Il se forge très bien à toutes les températures depuis le rouge sombre jusqu'au rouge cerise clair.

Dans le cours de nos recherches, nous avons soumis ce métal à des trempes à températures croissantes dans l'eau à 15°. Les barrettes trempées étaient brutes de coulée.

La première a été trempée à 550°, c'est-à-dire en dessous du point singulier.

Le métal qui, brut de coulée et naturel, présente au microscope de grands îlots blancs de cuivre en excès ou d'une combinaison de cuivre et d'aluminium noyés dans un constituant noir, paraissant un eutectique, est devenu, après cette trempe à 550°, plus homogène et présente un aspect granuleux dans ses parties principales; l'élément noir eutectique a presque disparu.

Trempé à 650° et 750°, c'est-à-dire autour du point singulier, le métal présente un constituant nouveau au milieu de lambeaux paraissant appartenir au constituant granulaire de la trempe à 550°. Ce nouveau constituant se montre à l'état de fines aiguilles s'enchevêtrant à la manière des aiguilles de la martensite des aciers trempés. L'apparition de ce constituant concorde d'ailleurs avec une élévation de la limite élastique et de la charge de rupture du métal, qui n'atteint pas moins de 50 pour 100; l'allongement à la rupture diminue beaucoup; malheureusement, des défauts de coulée dans nos éprouvettes ne nous permettent pas d'être aussi affirmatifs qu'il le faudrait à ce sujet.

Le métal trempé à 850° ne présente plus au microscope que le constituant martensitique seul en longues aiguilles parallèles dans un même grain; car il se forme en même temps des joints cristallins dès que ce constituant reste seul. Les aiguilles martensitiques paraissent naître de petits îlots qui sont vraisemblablement les résidus du constituant granuleux précité.

Trempé à 950°, c'est-à-dire près de son point de fusion, le constituant martensitique seul subsiste et ses aiguilles sont devenues extrêmement fines et serrées, s'arrêtant sur les bords des joints cristallins et changeant de direction d'un grain à l'autre.

Pour ces deux dernières trempes, la limite et la charge de rupture par traction ou par compression ont presque doublé; il en est de même pour la dureté, si on la détermine par la méthode de pénétration de Brinell.

Ces constatations paraissent calquées sur celles faites par M. Osmond dans son étude des effets de la trempe sur l'acier à 0,14 de carbone (1) à 1340°.

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement,* mai 1895.

On remarque, pour cet acier, de grands polyèdres dans lesquels la martensite s'organise en aiguilles parallèles changeant de direction sur les joints cristallins. M. Campbell a signalé déjà l'apparition de ce constituant des cuproaluminiums dans le numéro de septembre dernier du *Journal de l'Institut Franklin*, mais il n'en a pas décrit la genèse ni l'influence sur les propriétés mécaniques du métal.

Le constituant martensitique précédent est bien dû aux effets seuls de la trempe; car d'autres barrettes du même fortior, recuites aux mêmes températures que celles des barrettes trempées et refroidies à l'air, n'ont pas décelé ce constituant; on n'a constaté que les éléments du métal naturel plus ou moins fins.

Il y a, à notre avis, une analogie, géométrique tout au moins, entre les aiguilles du constituant martensitique et les déformations cristallines des aciers doux obtenues par écrouissage. Ces déformations cristallines, décrites par MM. Ewing et Rosenhain sous le nom de *slipsbands*, par M. Heyn, MM. Osmond, Cartaud et Frémont se traduisent par des lignes parallèles dans l'intérieur des grains; M. Guillet les a prises pour de l'austénite dans ses études des aciers au nickel et au manganèse écrouis, admettant ainsi l'équivalence entre les effets de la trempe et de l'écrouissage; on pourrait émettre la même hypothèse à propos du constituant aciculaire du fortior; c'est un point que nous chercherons à vérifier expérimentalement aussitôt que possible.

En admettant les vues de M. Osmond sur l'action de la trempe et en les appliquant au cas du présent métal, on pourrait dire : Au-dessus de 690° à 720°, le fortior forme une solution solide qui cristallise en donnant des cristaux dont il faudrait rechercher le système; ces cristaux se détruiraient au point singulier et fourniraient les éléments constatés dans le métal naturel; la trempe empêcherait cette transformation. L'analogie entre les aiguilles du fortior trempé et les figures de corrosion du fer γ cristallin étudiées par M. Osmond (*Annales des Mines*, 1900) est très grande d'ailleurs. Le fortior trempé se rompt avec de gros cristaux sillonnés de stries à la cassure.

Nous avons employé pour nos recherches micrographiques le réactif de MM. Heycock et Neville ($Fe^2Cl^6 + HCl$); l'acide chromique dilué convient également et donne des attaques complémentaires de ce réactif.

D'autre part, un laiton à 65 pour 100 de cuivre trempé au rouge sombre nous a révélé une cristallisation bien nette; les joints, dans ce cas, sont incurvés et nous n'avons pu encore déterminer l'organisation exacte de

ces cristaux; attaqués par l'acide chromique ils se colorent différemment. Ce même laiton très écroui présente une orientation de ses cristallites constitutifs très analogue à celle des aiguilles martensitiques du fortior, mais sans formation de joints cristallins aussi nets.

Ces constatations nous amènent à penser qu'il serait très important de faire des études de trempe sur des métaux autres que les aciers et plus nettement définis qu'eux, pour s'expliquer les phénomènes qui se passent dans les aciers trempés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le decahydronaphtol-β et l'octohydrure de naphtaline.* Note de M. **Henri Leroux**, présentée par M. Haller.

Dans une Communication précédente, j'ai exposé les conditions dans lesquelles la naphtaline peut être hydrogénée au moyen de la méthode de MM. Sabatier et Senderens; j'ai indiqué les propriétés du tétrahydrure et du décahydrure de naphtaline ainsi que de quelques-uns de leurs dérivés; la présente Note a pour objet l'étude des produits d'hydrogénation du naphtol-β par le même procédé.

Décahydronaphtol-β, $C^{10}H^{17}-OH$. — Le naphtol-β, hydrogéné au-dessous de 200° dans les conditions mentionnées pour la naphtaline [1], donne un mélange liquide d'hydronaphtols qui, soumis à une nouvelle hydrogénation, produit le décahydronaphtol-β; celui-ci se sépare cristallisé des composés moins saturés qui l'accompagnent. Les cristaux recueillis fournissent, après plusieurs cristallisations dans l'éther de pétrole, le décahydronaphtol-β pur. Ainsi obtenu, ce composé se présente en aiguilles incolores; il fond à 75°; est peu soluble dans l'eau, mais se dissout facilement dans l'alcool, la benzine, l'éther, le sulfure de carbone. Par évaporation spontanée de la solution éthérée ou sulfocarbonique, il cristallise en petits prismes très réfringents. Le décahydronaphtol-β est insoluble dans les solutions alcalines. Il distille à la pression ordinaire vers 230° en se décomposant; il passe à 115° sous 13^{mm}; il est entraîné à la distillation par la vapeur d'eau.

Chauffé en présence de bisulfate de potassium, il fournit, par déshydratation, l'octohydrure de naphtaline; cette réaction met nettement en évidence la fonction alcoolique du composé.

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 672.

En solution dans l'éther sec, il est attaqué par le sodium en donnant de l'hydrogène et le décahydronaphtol-β sodé.

L'*éther acétique du décahydronaphtol*-β, $C^{10}H^{17}O - CO - CH^3$, s'obtient en chauffant l'alcool avec l'anhydride acétique à 130° pendant plusieurs heures. Le produit, lavé d'abord à l'eau alcaline, puis à l'eau pure, est séché et distillé. Il passe à 120° sous 12^{mm} et à 250° à la pression ordinaire. Il constitue un liquide incolore, possédant une odeur de fruit agréable.

L'*uréthane phénylique du décahydronaphtol*-β,

$$C^6H^5 - HN - CO - O - C^{10}H^{17},$$

se forme facilement en mélangeant le décahydronaphtol-β avec la quantité théorique d'isocyanate de phényle. La réaction est instantanée; son produit, soumis à des cristallisations répétées dans l'éther de pétrole, fournit des aiguilles blanches, très fines, qui constituent l'uréthane précité. Celui-ci fond à 165° et se sublime dès 160°; ses meilleurs dissolvants sont : l'alcool, l'acétone, le chloroforme.

Octohydrure de naphtaline, $C^{10}H^{16}$. — Ce composé se produit, comme il a été dit plus haut, par déshydratation du décahydronaphtol-β, lorsqu'on chauffe ce dernier avec le bisulfate de potassium. Il constitue un liquide de densité 0,910 à 0°, 0,9009 à 13°. Il bout à 190° (corr.).

L'octohydrure de naphtaline fixe le brome par addition pour donner un composé à 2^{at} de brome.

Le *dibromure d'octohydrure de naphtaline*, $C^{10}H^{16}Br^2$, s'obtient en ajoutant à une solution chloroformique d'octohydrure de naphtaline, maintenue à 0°, la quantité théorique de brome. Le chloroforme étant distillé et le résidu étant repris par l'alcool, la liqueur abandonne des cristaux de dibromure; on le purifie par des cristallations dans l'alcool. Il se présente en petits prismes incolores fondant à 85°, très solubles dans le chloroforme, l'éther et l'éther de pétrole, peu solubles dans l'alcool et l'acétone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'anéthoglycol* (*glycol de l'anéthol*). Note de MM. E. VARENNE et L. GODEFROY, présentée par M. L. Troost.

En traitant l'anéthol bibromé par la potasse alcoolique nous avons pu obtenir le glycol de l'anéthol (anéthoglycol).

La réaction de la potasse alcoolique sur l'anéthol bibromé commence à la température ordinaire; la masse s'échauffe rapidement et il se forme du bromure de potassium sans dégagement d'aucun produit volatil ni gazeux. On termine la réaction à une douce chaleur.

On obtient ainsi un produit huileux, lourd, de couleur brune qui s'émulsionne aussitôt en présence de l'eau, mais s'en sépare après un repos un peu prolongé; on peut alors le rectifier dans un courant de vapeur d'eau.

L'anéthoglycol est un corps liquide, épais, de couleur ambrée, d'odeur légèrement aromatique et de saveur douceâtre. Sa densité est de 1,013 à 17°. Il bout à 245°-250° sans se polymériser (comme le fait le bibromure dont il dérive); cependant il se décompose lentement : il distille de l'eau, une huile non encore étudiée et une certaine quantité d'un corps se rapprochant d'une acroléine.

La formation de l'anéthoglycol s'explique par la réaction suivante :

$$\underbrace{C^6H^4 \begin{array}{l} \diagup CH.Br - CH.Br - CH^3 \\ \diagdown OCH^3 \end{array}}_{\text{Anéthol bibromé.}} + 2KOH$$

$$= 2KBr + \underbrace{C^6H^4 \begin{array}{l} \diagup CHOH - CH.OH - CH^3. \\ \diagdown OCH^3 \end{array}}_{\text{Anéthoglycol.}}$$

L'analyse élémentaire de ce corps a donné :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{10}H^{14}O^3$.
	1.	2.	3.	
C..........	65,90	66,02	65,87	65,94
H..........	7,65	7,63	7,64	7,69
O..........	»	»	»	26,37
				100,00

Avec le *perchlorure de fer*, l'anéthoglycol ne donne pas la coloration caractéristique des phénols; aucun des deux groupes oxhydryles ne se trouve donc placé sur le noyau benzénique.

Avec l'*acide azotique*, la réaction est complexe et variable suivant concentration; entre autres produits, il se forme de l'acide oxalique.

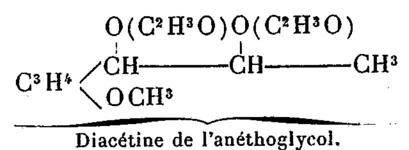
Avec un *mélange d'acide acétique* et d'*acide chlorhydrique*, l'anéthoglycol donne, après chauffage au réfrigérant ascendant, une *monoacétine :*

$$C^6H^4 \begin{array}{l} \diagup CHO(C^2H^3O) - CH.OH - CH^3 \\ \diagdown OCH^3; \end{array}$$

monoacétine de l'anéthoglycol qui a donné à l'analyse :

	Trouvé. 1.	2.	3.	Calculé pour $C^{12}H^{16}O^{4}$.
C	64,10	63,97	64,05	64,29
H	7,08	7,12	7,11	7,14
O	»	»	»	28,57
				100,00

Avec le *chlorure d'acétyle*, l'anéthoglycol chauffé légèrement donne une huile lourde, d'odeur éthérée, rappelant assez celle de l'acétate d'éthyle. Ce composé est la *diacétine* de l'anéthoglycol et a pour formule



Diacétine de l'anéthoglycol.

Ce corps a donné, à l'analyse, les résultats suivants :

	Trouvé. 1.	2.	3.	Calculé pour $C^{14}H^{18}O^{5}$.
C	63,30	62,95	63,12	63,16
H	6,73	6,72	6,74	6,77
O	»	»	»	30,07

Enfin, ajoutons que l'*anéthoglycol* semble posséder certaines propriétés thérapeutiques (antiseptique et analgésique) qui sont actuellement à l'étude.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Caractères des muscles polygastriques.* Note de M. **J. Chaine**, présentée par M. Alfred Giard.

Les muscles polygastriques, qui ont été le sujet de bien des travaux et l'objet de nombreuses discussions, sont déterminés par des caractères spéciaux que nous nous proposons d'étudier dans cette Note.

L'anatomie humaine et l'anatomie vétérinaire, seules, étaient incapables de nous faire connaître certains caractères qui ne nous ont été révélés que par la comparaison des différents aspects que les muscles polygastriques présentent dans tout l'embranchement des Vertébrés. Cette remarque explique comment de ces caractères les uns sont connus depuis fort

longtemps, au point que nous pourrions nous dispenser de les rapporter ici, si nous ne désirions pas faire une énumération complète, tandis que les autres n'ont pas encore été signalés jusqu'aujourd'hui. La myologie comparative est, en effet, la branche la plus récente, et partant la moins connue, de l'Anatomie comparée; aussi toutes nos connaissances sur les muscles et leurs homologies dans la série des Vertébrés sont-elles actuellement fort incomplètes.

La myologie comparative nous apprend d'abord que les muscles polygastriques sont de beaucoup plus nombreux que ne pouvait le faire supposer l'étude des Mammifères supérieurs et que, par suite, l'*état de polygastricité* ne constitue pas une sorte d'exception dans la constitution des muscles.

Les caractères des muscles polygastriques sont les suivants :

1° Les muscles polygastriques sont divisés en deux ou plusieurs régions musculaires par des intersections tendineuses (grand droit de l'abdomen, etc.); chacune de ces régions porte le nom de *ventre*. Lorsqu'il n'y a que deux ventres, l'intersection tendineuse peut se transformer en un tendon intermédiaire plus ou moins allongé (digastrique de l'Homme).

2° Chaque ventre d'un muscle polygastrique a une innervation propre. Dans quelques cas, les rameaux nerveux des diverses régions musculaires ont une origine commune (omo-hyoïdien de l'Homme); d'autres fois, au contraire, les nerfs des différents ventres appartiennent à des territoires distincts (digastrique, etc.).

3° La direction des fibres musculaires de chaque ventre est parallèle à l'axe du corps. Quelques exceptions à cette règle peuvent être signalées, par exemple, dans la région cervicale des Mammifères supérieurs, pour l'omo-hyoïdien et le digastrique. Ces muscles forment une courbe plus ou moins prononcée et leurs ventres, par suite, ont une direction plus ou moins oblique. Mais la myologie comparée démontre, d'une façon indéniable, que c'est là une disposition acquise, résultant du développement particulier de certaines parties voisines; chez les formes inférieures, en effet, le digastrique est parallèle à l'axe du corps et ce n'est que progressivement, chez les formes supérieures, que cette direction se modifie.

4° La direction des intersections tendineuses, envisagées dans leur *ensemble*, est perpendiculaire à l'axe du corps; nous disons dans leur ensemble, parce que ces intersections peuvent présenter des inflexions antérieures et postérieures. La direction de ces intersections est donc parallèle aux plans métamériques du corps et, par suite, aux différentes sections encore persistantes chez l'adulte (métamérie de la colonne vertébrale, etc.).

5° Les muscles polygastriques n'occupent pas une situation quelconque. Dans une Note précédente, communiquée à la Société de Biologie [1], nous nous sommes

---

[1] J. Chaine, *Localisation des muscles polygastriques* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, décembre 1904).

occupé de cette question; voici les conclusions de ce travail : « Les seuls muscles susceptibles de présenter une forme polygastrique sont ceux du cou et ceux qui, dans le tronc, forment les parois de la cage thoracique et de la cavité abdominale. Aucun de ces muscles n'agit *directement* sur un levier quelconque d'un membre.... » Autrement dit, les muscles polygastriques ne se rencontrent qu'au niveau d'une couche musculaire allant de la tête à l'extrémité postérieure du corps et qui est recouverte en dehors, sur une plus ou moins grande étendue, par une couche superficielle dont les muscles se rendent sur les segments proximaux des membres.

6° Certains muscles qui, chez les Vertébrés supérieurs, ne présentent pas de coupures tendineuses, sont normalement polygastriques chez des formes inférieures : génio-hyoïdien, etc.

7° Chez les Vertébrés supérieurs, des muscles ordinairement simples peuvent être accidentellement polygastriques et le nombre des intersections qu'ils présentent alors peut être fort variable : grand complexus, etc.

8° Le nombre des intersections tendineuses que possède un muscle polygastrique semble d'autant plus grand que l'on considère un Vertébré moins élevé en organisation. C'est ainsi, par exemple, que le génio-hyoïdien de certains Reptiles supérieurs ne possède qu'une seule intersection tendineuse, tandis que, chez les Serpents, le même muscle en compte plusieurs.

9° Un muscle polygastrique peut présenter un nombre d'intersections supérieur à celui qu'il possède normalement; c'est ainsi que l'on a décrit des intersections sur le ventre postérieur du digastrique de l'Homme, etc.

ZOOLOGIE. — *Sur les glandes (salivaires, céphaliques et métathoraciques) de quelques Hémiptères.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les glandes salivaires des Notonectides et des Gerrides ont été étudiées, pour la première fois, par L. Dufour. Pour ce dernier groupe, l'auteur n'a décrit que les glandes thoraciques proprement dites; mais il s'est mépris sur la fonction de l'organe principal ou externe (qui n'est qu'un réservoir et qu'il considère comme de nature glandulaire) et surtout sur le nombre, la disposition et la place des orifices excréteurs.

Aux glandes salivaires déjà connues nous ajoutons deux organes glandulaires nouveaux : les *glandes céphaliques* et les *glandes métathoraciques*.

1° *Glandes salivaires.* — On trouve, chez les Gerrides (*Vellia rivulorum* Fabr., *Gerris paludum* Fabr., *Gerris lacustris* L.), une paire de glandes salivaires ou thoraciques volumineuses, occupant toute la face dorsale des deux premiers segments du thorax et recouvrant complètement l'œsophage et la première partie de l'intestin moyen. Les deux organes sont contigus, et chacun d'eux est formé par un certain nombre (5 à 8) d'utricules blanchâtres, ovoïdes ou piriformes, cylindriques ou irré-

gulièrement sphériques. Leur extrémité amincie converge dans une sorte de *réceptacle* aplati, de la face antérieure et externe duquel partent deux conduits, dont l'un est le canal excréteur de la glande et l'autre celui du réservoir salivaire.

Le *réservoir* est une poche allongée, de forme très variable d'une espèce à l'autre. Il est situé sous l'intestin et s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure du thorax. Une constriction transversale le divise en deux lobes : un lobe antérieur, parfois digité, et un lobe postérieur, plus volumineux que le précédent, se continuant par deux prolongements cylindriques, dont l'externe est bifide.

Les *canaux excréteurs* passent sous l'œsophage et sous le pharynx, traversent la tête et vont s'ouvrir, sans se fusionner, à la base de la trompe, en avant de la bouche. La structure de ces conduits est identique à celle des canaux des réservoirs salivaires. Les deux tubes sont recouverts intérieurement d'une membrane chitineuse (*intima*), présentant de fines et nombreuses striations, comparables à celles des trachées. De plus, cette membrane peut se découper en une bandelette étroite spiralée, qui se déroule quand on exerce une traction parallèle à l'axe du tube et présente la disposition d'un ressort à boudin.

Les glandes salivaires des Notonectides (*Notonecta glauca*) sont presque complètement incluses dans la tête et recouvertes par la plaque occipitale : seule leur extrémité postérieure pénètre légèrement dans la cavité prothoracique. L'ensemble de chaque organe présente une forme oblongue, allongée, légèrement recourbée et à contours à peu près réguliers en avant, mais présentant en arrière de fines sinuosités. Une échancrure interne, suivi d'un sillon transverse, divise la glande en deux lobes inégaux.

De cette échancrure, et en deux points contigus, naissent le canal excréteur de la glande qui se dirige en avant, et le conduit du réservoir salivaire. Ces deux canaux ont une structure histologique sensiblement différente consistant dans la disposition qu'affecte la membrane chitineuse interne.

Les *réservoirs salivaires* sont deux petits saccules, aplatis, plissés, de couleur blanchâtre, situés dans le thorax, de chaque côté de l'œsophage. Ils sont inclinés obliquement et leurs extrémités, appliquées contre les parois dorso-latérales de l'intestin moyen, se rencontrent et dessinent de la sorte une figure en forme de V, à sommet postérieur. Quant aux *canaux excréteurs* des glandes, ils passent sous l'œsophage, au-dessus du ganglion sous-œsophagien, se rapprochent et vont déboucher, sans se fusionner, en avant de la bouche, sur la ligne médiane de la trompe, un peu au delà de son origine, vers son quart postérieur.

Les glandes salivaires des divers groupes d'Hémiptères que nous avons étudiés présentent une disposition anatomique à peu près identique, et il est possible de passer, par des transitions insensibles et graduelles, d'une forme à l'autre.

Chez les *Népides,* elles sont disposées en forme de grappe simple, dont les divers lobules ou *acini,* séparés et indépendants, vont s'ouvrir dans un conduit collecteur central cylindrique. Les lobules sécréteurs des glandes salivaires des *Gerrides* sont encore distincts, peu nombreux, piriformes volumineux, plus ou moins réguliers et débouchent dans un réceptacle commun aplati. De ce dernier partent, en deux points très rapprochés, le conduit excréteur de l'organe et le canal du réservoir salivaire. Enfin, chez les *Notonectides,* les glandes salivaires sont presque complètement localisées de chaque côté de la région postérieure de la tête, les réservoirs glandulaires

sont seuls logés dans le thorax. Les lobules ou *acini* sont recouverts extérieurement par une membrane enveloppante commune et ont perdu toute indépendance. Ils sont étroitement soudés entre eux, débouchent dans un canal cylindrique axial et, par leur ensemble, donnent à chaque organe une apparence compacte et massive.

2° *Glandes céphaliques* ou *maxillaires*. — Ces glandes, qui présentent une disposition et une structure à peu près semblables à celles que nous avons décrites chez les *Nepa,* n'ont encore fait l'objet d'aucune étude. Ce sont des organes sacciformes, de couleur blanchâtre, peu volumineux (de 1^{mm} à $1^{mm},5$ de long), et complètement localisés dans la tête des *Notonectides*. Ils reposent sur l'arceau inférieur céphalique, au-dessous du cerveau, et vont déboucher de chaque côté de la base de la trompe, en avant des yeux. L'orifice excréteur, de forme ovale, est surmonté d'un tubercule conique portant une touffe de soies chitineuses. La structure de la glande est partout la même, sauf à son extrémité antérieure, où les cellules sont moins nombreuses et moins hautes que dans la région médiane. Cette partie forme le canal excréteur. La cavité glandulaire est large et limitée par une assise épithéliale très plissée, constituée par des cellules aplaties et recouvertes d'une lamelle chitineuse interne.

3° *Glandes métathoraciques*. — Ce sont des organes pairs, formés par des tubes ramifiés, situés à l'extrémité postérieure de l'arceau sternal du métathorax des *Gerrides*. Ces glandes tranchent nettement, par leur teinte d'un blanc mat, avec le tissu adipeux et l'intestin moyen sous lesquels elles sont placées. Elles sont constituées par un tube régulièrement cylindrique, portant latéralement de courtes ramifications, simples ou parfois bifides et terminées par une extrémité arrondie. Le canal central, cylindrique, est limité par une épaisse gaine chitineuse supportant l'assise épithéliale recouverte elle-même par une membrane externe. L'extrémité proximale de chaque tube glandulaire débouche dans une masse ovoïde médiane, fonctionnant comme réservoir. Ce dernier s'ouvre à l'extérieur par une fente transversale placée sur la ligne médiane du métathorax, au milieu d'une aire chitineuse fortement colorée en noir. Le revêtement interne du réservoir porte de fines et longues denticulations cornées simulant des soies.

ZOOLOGIE. — *La résorption phagocytaire des éléments reproducteurs dans les vésicules séminales du* Lumbricus herculeus *Sav*. Note de M. **Louis Brasil**, présentée par M. Delage.

La présence d'amibocytes nombreux dans les vésicules séminales des Lumbriciens est normale et connue. Les amibocytes seraient attirés dans ces organes, a-t-on dit, par les parasites qui y abondent presque toujours (Grégarines du genre *Monocystis*) et contribueraient par leurs propriétés phagocytaires à prévenir un encombrement qui, s'il n'était entravé, aboutirait fatalement à la castration tout au moins partielle de l'hôte. L'attraction des amibocytes par les kystes des Grégarines qui s'établissent dans les vésicules séminales des Lumbriciens est indéniable, mais elle ne correspond

qu'à une fraction restreinte du rôle dévolu à ces amibocytes. Le but principal de l'émigration des amibocytes dans les vésicules séminales réside dans l'intense résorption phagocytaire qu'ils exercent vis-à-vis des éléments reproducteurs non employés et du reliquat de l'appareil nourricier de ceux qui sont parvenus à maturité, c'est-à-dire vis-à-vis aussi des cytophores dénudés.

Si l'on examine, en temps ordinaire, le contenu d'une vésicule séminale de Lombric, on y trouve, en dehors des parasites, un nombre incalculable de bouquets d'éléments reproducteurs à tous les stades de la spermatogenèse. Les amibocytes sont relativement peu nombreux et, en presque totalité, ils sont groupés autour des kystes de *Monocystis*, à la surface desquels ils forment un dense revêtement continu.

A l'époque de la reproduction l'aspect change; la plupart des éléments sont transformés en spermatozoïdes mûrs, une très faible quantité seulement est restée aux divers stades antérieurs. Les spermatozoïdes ne sont pas tous émis au dehors lors des accouplements; il en demeure dans la cavité des vésicules séminales, où ils accompagnent les éléments non totalement évolués. Tout l'espace libre est alors occupé par des amibocytes, et ceux-ci ne sont plus agglomérés en amas, ils sont isolés et donnent des signes manifestes de mobilité et d'activité phagocytaire.

L'examen d'une section transversale de vésicule séminale est alors très instructif ([1]). Intérieurement une rangée périphérique d'amibocytes dépourvus d'inclusions représente les éléments migrateurs qui viennent de traverser la paroi; quelques-uns sont, d'ailleurs, encore engagés dans son épaisseur. Ces amibocytes à jeun gagnent l'intérieur de la vésicule et s'attaquent à tous les corps qu'ils rencontrent. S'il s'agit d'un cytophore encore pourvu d'éléments à sa périphérie, deux ou trois amibocytes s'associent pour le détruire; ils s'insinuent chacun de leur côté entre les saillies que font les éléments non détachés, disloquent l'ensemble pour finalement en englober les fragments. Les spermatozoïdes isolés sont phagocytés sans embarras. Les corps volumineux et difficilement dissociables comme les cytophores dénudés qui, dès la chute des spermatozoïdes, se condensent en sphères lisses et massives, sont traités comme les kystes de *Monocystis*; les phagocytes les entourent, s'anastomosent les uns avec les autres pour former autour de chacun d'eux un tissu continu au sein duquel le cytophore dégénère et devient bientôt une proie facile à englober.

Ainsi, quelles que soient leur forme et leur nature, tous les corps contenus dans les vésicules séminales sont attaqués et disparaissent. On peut, pendant un certain temps, les reconnaître à l'intérieur des phagocytes, surtout lorsqu'il s'agit d'éléments très chromatiques et à contours précis comme les spermatides ou les spermatozoïdes; mais, peu à peu, les corps englobés sont digérés et les phagocytes se montrent alors comme chargés soit de grosses sphérules, soit d'une multitude de petits grains. A cet état les amibocytes doivent être rejetés dans la cavité cœlomique générale par une nouvelle poussée d'éléments reproducteurs pour l'évolution desquels ils ont préparé la place.

([1]) Les observations rapportées dans cette Note ont été faites sur *Lumbricus herculeus* Sav.

Ainsi donc le rôle principal des amibocytes des vésicules séminales consisterait dans le nettoyage complet de ces organes après les émissions spermatiques, de façon à laisser le champ libre à de nouvelles générations d'éléments reproducteurs. L'action sur les parasites ne serait qu'un épisode particulier de cette fonction plus générale. D'un autre côté, Siedlecki a très justement fait remarquer, à propos de l'observation de faits du même ordre chez une Annélide polychète, l'intérêt immense qu'il y a pour l'organisme dans la récupération de l'énorme masse de substance qui forme les cytophores, masse qui s'accroît encore ici de celle des spermatozoïdes non employés.

Cette résorption phagocytaire d'éléments reproducteurs a été vue chez différents types; en particulier, elle a été signalée chez des Hirudinées, chez une Polychète; il est donc intéressant, mais on ne doit pas en être surpris, d'en retrouver un exemple dans la troisième section des Annélides, celle des Oligochètes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'importance pratique de l'exploration de la pression artérielle pour éviter les accidents de l'anesthésie.* Note de M. **L. Hallion**, présentée par M. Alfred Giard.

M. J. Tissot rapportait dans une Note récente (*Comptes rendus*, 13 février 1905) des expériences d'où il concluait que « l'examen continu de la pression artérielle permet d'éviter sûrement tous les accidents de l'anesthésie chloroformique » chez le chien, et qu'on trouverait la même sécurité dans la chloroformisation chez l'homme « si l'on appliquait sur l'artère un instrument suffisamment précis permettant de mesurer approximativement la pression » (artérielle).

Je rappelle que j'ai publié, en août 1900, avec M. Duplay, dans les *Archives générales de Médecine*, un travail intitulé : *Recherches sur la pression artérielle dans l'anesthésie par le chloroforme et par l'éther.* Nos expériences, nos conclusions, nos déductions pratiques présentent, avec celles que vient de publier M. Tissot, une concordance très remarquable. D'une série de recherches systématiques nous avions conclu « qu'en résumé, ni la respiration, ni le pouls, ni l'intensité de l'anesthésie ne nous fournissent de renseignements sûrs, au point de vue qui nous préoccupe » (p. 158). Nous avions souligné cette proposition, à savoir que « de tous les phénomènes objectivement appréciables qui accompagnent l'anesthésie, *ceux qui*

se rapportent à la pression artérielle sont de beaucoup les plus essentiels à connaître. Pratiquement, ajoutions-nous, il serait nécessaire d'étudier le procédé à l'aide duquel on évaluerait commodément, avec une suffisante précision, les valeurs de cette pression » (p. 158). Nous disions, enfin, que « des essais, pratiqués sur l'homme sain, nous laissaient espérer de bons résultats à ce point de vue ».

Le procédé pratique imaginé consistait à réaliser sur le membre supérieur une compression d'une valeur donnée, connue; tous les fois que la pression artérielle devient sensiblement inférieure à cette valeur, le pouls radial disparaît purement et simplement.

J'ai repris, avec M. Tuffier, des recherches purement pratiques, dont nous espérons pouvoir bientôt exposer les résultats.

Est-il besoin d'ajouter que je n'entends pas reprocher à M. Tissot cette omission bibliographique, telle que tout le monde est exposé à en commettre bien involontairement?

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré qu'une solution de venin de Vipère exposée aux radiations du radium pendant 50 à 60 heures perd complètement ses propriétés toxiques et vaccinantes. Grâce à l'obligeance de M. Curie, j'ai pu compléter ces premières indications et étendre mes expériences à d'autres venins.

Le venin de Cobra, dont la résistance à la chaleur est beaucoup plus élevée que celle du venin de Vipère, est également détruit par les radiations du radium.

Mais il n'en est pas de même des venins de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun; le radium n'exerce sur eux aucune influence modificatrice; les solutions de ces venins irradiées pendant 72 heures ont déterminé la mort de la Grenouille dans le même temps et avec les mêmes symptômes que les solutions témoins.

Il était à prévoir que l'émanation du radium, source de la radiation, pourrait agir sur les venins d'une manière beaucoup plus rapide. Pour le vérifier, voici comment on opère :

Une solution aqueuse de venin de Vipère à 1 pour 1000 est versée dans un tube à

(¹) *Comptes rendus*, 22 février 1904.

robinet, de façon à n'en remplir que le tiers du volume. On fait le vide à la trompe et l'on introduit ensuite l'air chargé de l'émanation. On ferme le robinet et on laisse le venin en contact avec l'émanation pendant un temps variable. Si, au bout de 24 heures, on retire la solution, on constate qu'elle est devenue opalescente et qu'elle a perdu toute toxicité : on peut en inoculer deux ou trois fois la dose mortelle sous la peau d'un cobaye sans déterminer, tout d'abord, le moindre symptôme local ou général. Toutefois, le liquide n'est pas complètement inoffensif; il provoque un amaigrissement assez marqué et les animaux mettent plusieurs semaines à revenir à leur poids initial.

La destruction des principes toxiques ne peut pas être attribuée à une pullulation microbienne, à laquelle fait d'abord songer le trouble du liquide. En effet, le bouillon reste stérile quand on l'ensemence avec du venin radié, tandis qu'il donne une culture avec le venin témoin. Du reste cette action microbicide du radium a déjà été constatée par MM. Curie et Danysz sur différentes bactéries, notamment sur la bactéridie charbonneuse (¹).

En réalité, l'opalescence de la solution radiée est due à une agglutination de fines particules qui restent en suspension dans le liquide. Cette solution émet, en outre, une faible odeur qu'il est difficile de définir.

A quoi peut-on attribuer ces modifications qui altèrent si profondément les propriétés des principes actifs? Sont-elles dues à une oxydation sous l'influence de l'ozone, ou bien, si l'on admet la nature matérielle de l'émanation, à une combinaison entre les molécules du radium et celles des albumines toxiques? De nouvelles recherches sont nécessaires pour déterminer le mécanisme intime de ce phénomène.

On sait que l'énergie de l'émanation, d'après la loi formulée par MM. Curie et Danne, décroît de la moitié de sa valeur en 4 jours; mais, comme j'ai pu l'observer, elle est encore suffisante, au bout de 7 jours, pour inactiver une nouvelle solution contenant 3^{mg} de venin.

La rapidité avec laquelle agit l'influence atténuante du radium varie suivant diverses conditions, en particulier suivant la nature du dissolvant; tandis que le venin dissous dans l'eau distillée est en grande partie détruit au bout de 6 heures, le venin en solution dans l'eau glycérinée à 50 pour 100 n'a subi, pendant le même temps, qu'une très légère atténuation.

Tous les venins ne sont pas aussi sensibles à l'émanation que celui des serpents; les venins de la Salamandre terrestre et du Crapaud commun,

(¹) *Comptes rendus*, 16 février 1903.

inattaquables par la radiation, peuvent rester plusieurs jours dans une atmosphère radioactive sans subir le moindre affaiblissement dans leur virulence. Comme les principes actifs de ces deux venins ne sont pas de nature albuminoïde, on peut en induire que l'action chimique du radium s'exerce seulement sur les substances albuminoïdes. S'il en est ainsi, l'emploi de l'émanation pourrait servir à élucider la nature de certains venins que l'analyse chimique n'a pu encore déterminer.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.* Note de MM. **A. Moutier** et **A. Challamel**, présentée par M. A. d'Arsonval.

Dans une Note antérieure [1] nous avons montré que si l'on soumettait un malade, atteint d'hypertension artérielle, à l'action du lit condensateur, on observait un abaissement de la pression artérielle et que l'on observait un nouvel abaissement, si l'on soumettait immédiatement après ce même malade à l'action de la cage autoconductrice; or nous avons soumis un certain nombre d'hypertendus à une médication inverse, c'est-à-dire que nous les avons d'abord soumis à l'action de la cage autoconductrice et ensuite à celle du lit condensateur.

Par la cage autoconductrice nous avons obtenu un abaissement de la pression artérielle, puis nous avons observé dans 12 cas sur 13 un relèvement de la pression sous l'influence du lit condensateur, nous avons alors soumis ces malades à une deuxième séance de la cage autoconductrice et la pression est revenue au même chiffre ou à un chiffre légèrement inférieur à celui observé après la première séance de cage, ainsi que le montre le Tableau suivant :

Pression artérielle.

	Après		
Avant toute intervention.	la première séance de la cage autoconductrice.	la séance du lit condensateur.	la deuxième séance de la cage autoconductrice.
23	17	20,5	16,5
21	17	19	16,5

(1) Séance du 13 février 1905.

Avant toute intervention.	Après la première séance de la cage autoconductrice.	la séance du lit condensateur.	la deuxième séance de la cage autoconductrice.
24,5	19	21,5	19
21	16,5	19	16,5
20	17	19	17
21	17	19,5	17
21	17	19	17
22	16,5	19	16,5
21,5	17,5	17,5	»
19	16	18	16
17	15	17	15
19,5	17	19	16,5
18	16,5	17,5	16

Ces nouveaux faits viennent donc confirmer nos premières conclusions, à savoir que l'action du lit condensateur n'est pas équivalente à celle de la cage autoconductrice et qu'il est préférable d'employer cette dernière dans le traitement de l'hypertension artérielle.

MÉDECINE. — *Différentes sortes d'otites scléreuses.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Quand on mesure, au moyen de la sirène à voyelles, l'acuité auditive des malades atteints *cliniquement* d'otite scléreuse, on obtient des courbes différentes. Peut-on, au moyen de ces tracés, reconnaître si l'oreille interne présente des lésions? Telle est la question qu'il s'agit d'étudier.

L'expérience nous montre que les malades, atteints de surdité à la suite d'otorrhées, ont toujours la même forme de courbe (*fig.* 1)[1], tandis que ceux qui, comme les sourds-muets, présentent des lésions du nerf ou des centres auditifs, ont des tracés absolument différents (*fig.* 2) avec trous dans l'audition.

Par conséquent, nous pourrons dire que la sclérose affecte seulement l'oreille moyenne (*fig.* 3) lorsque la courbe d'audition se rapprochera de celles que nous trouvons dans la figure 1; au contraire (*fig.* 4), nous

[1] Les chiffres indiquent les pressions sous lesquelles les différentes voyelles sont entendues; l'intensité du son est proportionnelle à la pression de l'air qui le produit.

serons en présence d'une otite scléreuse mixte, avec lésions de l'oreille moyenne et de l'oreille interne, lorsque nous rencontrerons des trous dans

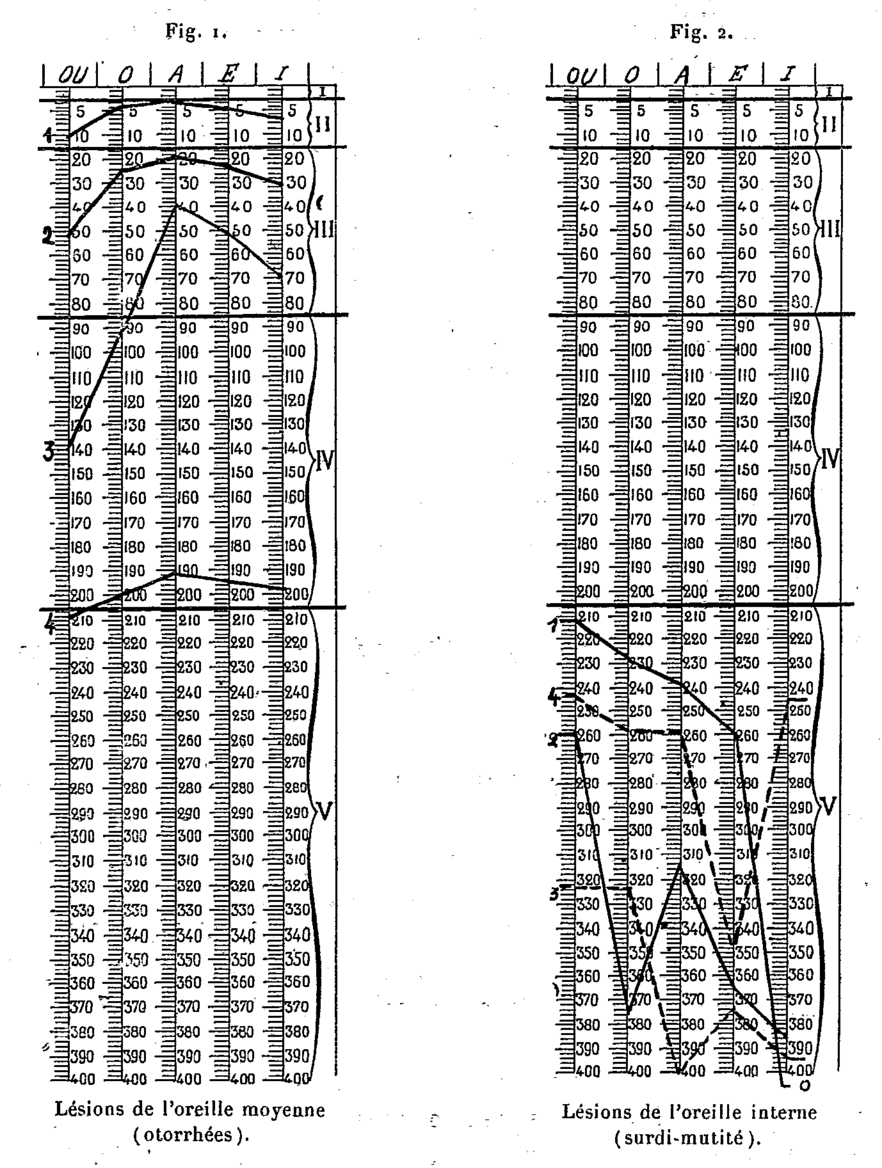


Fig. 1. Lésions de l'oreille moyenne (otorrhées).

Fig. 2. Lésions de l'oreille interne (surdi-mutité).

l'audition.

Remarque. — La courbe A (*fig.* 3) est le type de la sclérose pure de l'oreille moyenne; cette courbe pouvant se trouver soit en A, soit en A',

soit en un point quelconque des ordonnées; des observations suivies depuis 6 ans ont montré que la courbe B était une courbe de début, la

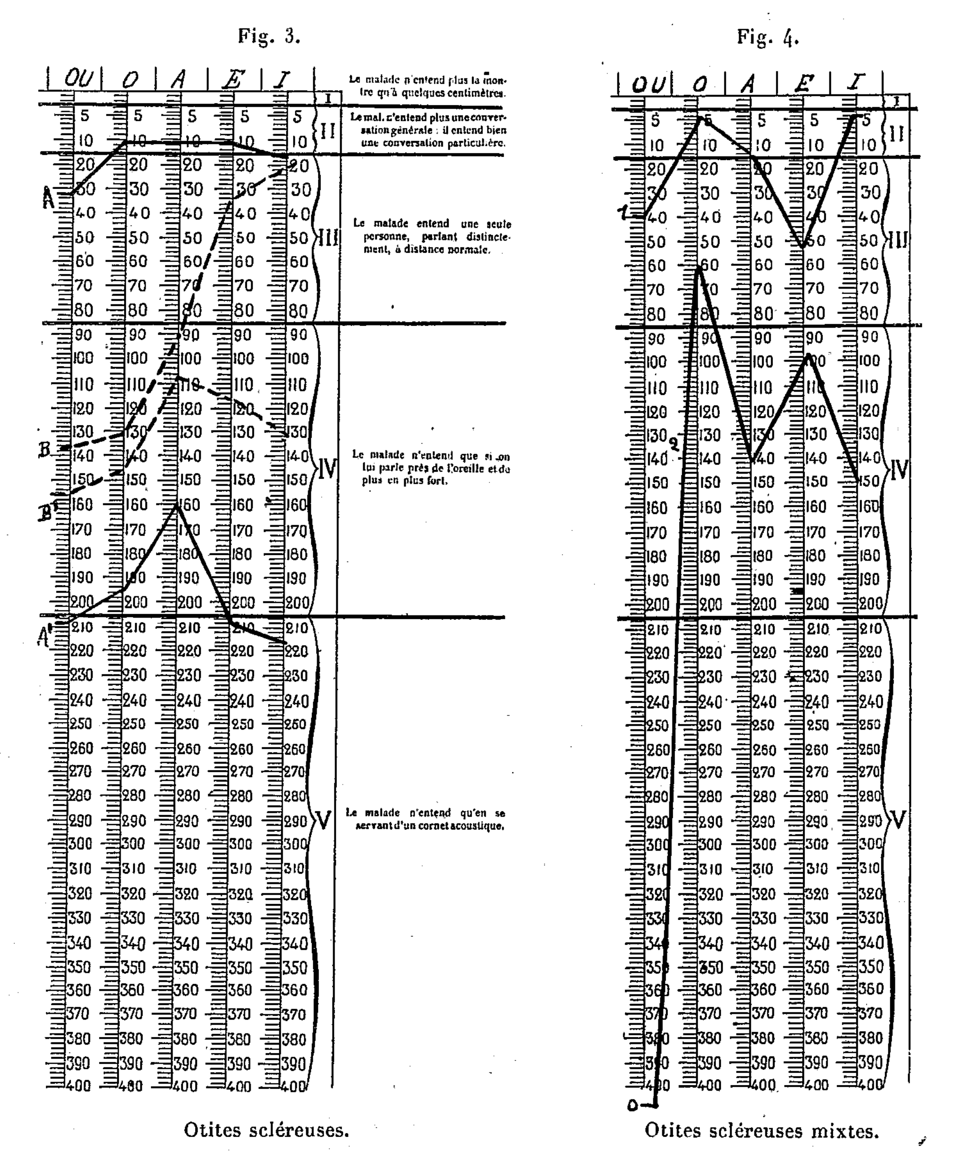


Fig. 3. — Otites scléreuses.

Fig. 4. — Otites scléreuses mixtes.

voyelle OU, la moins sonore, étant la moins bien entendue; la maladie continuant à évoluer, la courbe B se change peu à peu en la courbe B′, qui rentre dans le type des surdités à lésions de l'oreille moyenne.

Conclusion. — La surdité peut être produite par des affections très diverses; à chacune correspond une courbe spéciale dont la forme est caractéristique du siège de la lésion.

MÉDECINE. — *Action atrophique glandulaire des rayons X.* Note de M. le Dr **Foveau de Courmelles**.

L'action atrophique des rayons X sur les glandes, de l'appareil reproducteur notamment (testicules, ovaires), est de plus en plus prouvée par des recherches de laboratoire sur les animaux (Albers-Schönberg, F.-T. Brown, L. Halberstädter, J. Bergonié, L. Tribondeau et Dr Récamier).

Voici maintenant des faits cliniques qui les confirment.

J'ai eu l'occasion, depuis une Communication antérieure [1] sur le diagnostic et la thérapeutique de certains fibromes par les rayons X, confirmée ensuite par Deutsch, de Munich, de traiter encore un certain nombre de ces tumeurs et de constater presque toujours les phénomènes suivants : dès la première séance, durée 5 minutes; intensité du courant au primaire de la bobine, 5^{amp} à 110^{volts}; $0^{m},25$ d'étincelle équivalente; 7 au radiochromomètre de Benoist : sensation de contraction dans l'utérus, de resserrement des tissus, qui s'accentue avec la répétition des séances et la diminution de la tumeur. Si des symptômes douloureux existent, ils cèdent rapidement. Quant aux hémorragies, elles augmentent plutôt au début du traitement, laissant après chaque période, augmentée ou non d'ailleurs, la tumeur plus affaissée. Puis, peu à peu, ces hémorragies s'éloignent et s'atténuent. Des fibromateuses ayant d'abondantes hémorragies toutes les trois semaines, ne les ont bientôt plus, atténuées du reste, que toutes les 4, 5, 6, 7, 8 semaines, progressivement, puis tous les 5 ou 6 mois pour cesser enfin complètement.

Comme on ne peut juger sur le vivant de l'état d'un organe que par ses manifestations fonctionnelles, cet éloignement et cette diminution des époques menstruelles indiquent évidemment une régression atrophique des ovaires. Selon l'âge des patientes, il faut, pour arriver à cet état atrophique, un nombre variable de séances de rayons X, allant de 5 à 15 minutes selon les cas et la façon dont elles sont supportées par l'état général (toujours sans réaction cutanée grâce à la plaque d'aluminium bien reliée au sol, mais parfois avec fièvre et frissons qui font espacer les séances); après 50 ans, on a souvent, dès les premières époques qui suivent les applications, une véritable diminution de ces menstrues. Vers 40 ans, je ne l'ai obtenue qu'après des mois (5 à 6 mois et deux séances par semaine) de traitement chez des malades qui ne voulaient pas être opérées, mais toujours cette régression se produisait et se traduisait

---

[1] *Comptes rendus,* 11 janvier 1904.

manifestement. Avant 40 ans, cet état, tout en s'obtenant, exigeait plus de temps encore (8 à 10 mois).

Chez les patientes, soit une trentaine que j'ai pu suivre, et d'âges variant entre 35 et 55 ans, les phénomènes ont été constants.

Pour des cancers du sein contre lesquels on a préconisé l'ablation des ovaires, j'ai eu l'idée de faire dans trois cas des applications consécutives sur la région galactophore cancéreuse et sur la région abdominale : j'ai ainsi obtenu des résultats plus rapides dans la régression de la tumeur du sein que quand j'agissais simplement sur celle-ci. Les menstrues s'atténuaient aussi. Dans un de ces cas, la peau et le système pileux du sein exposé noircirent. Dans un autre que l'on dut opérer quand même, les douleurs d'abord apaisées ayant reparu, l'examen histologique de la tumeur ne révéla plus que du tissu fibreux; aussi est-il probable que la douleur réapparue tenait à la présence du corps étranger inerte et encore volumineux qu'était devenue la tumeur; quant aux ganglions axillaires, ils étaient réduits à de minuscules grains de millet et très durs.

En résumé, la clinique confirme les recherches expérimentales : les ovaires, les seins, les ganglions lymphatiques se rétractent et s'atrophient sous l'action des rayons X; d'autre part, la pénétration de ceux-ci varie suivant les organes et semble se faire de façon élective.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'application de la thermométrie au captage des eaux d'alimentation.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

Depuis plus de 10 ans j'ai établi : 1° que la température des rivières souterraines et de leurs *résurgences* n'est nullement égale, comme on le croyait, à la moyenne température annuelle du lieu de l'émergence; 2° que les variations saisonnières ou journalières de cette température fournissent de précieuses indications sur l'origine et les contaminations éventuelles de ces eaux; 3° que les infiltrations froides et les neiges de l'hiver (ou des montagnes) exercent une action réfrigérante considérable, même jusqu'à plusieurs centaines de mètres, sur les eaux souterraines des terrains fissurés (*Comptes rendus*, 12 mars 1894, 13 janvier 1896 et suiv.).

Tant d'hygiénistes ignorent encore la réalité et la portée utilitaire de ces notions nouvelles qu'il importe vraiment d'en faire connaître les confirmations récentes et d'en résumer la mise en pratique.

Celle-ci a été du reste consacrée promptement et expérimentalement par de nombreux géologues-hydrologues : MM. Van den Broeck, Schardt,

Fournier, Boursault, Le Couppey de la Forest, Marboutin, Dienert (à la *source?* de l'Abîme, près Dreux), etc.

Je ne citerai que trois des grands faits qui, tout dernièrement, ont corroboré mes propres constatations et affirmations sur ce sujet :

1° En 1903, la *fontaine de Vaucluse* a présenté un écart de température d'une amplitude qui n'avait encore jamais été observée : de 8° en janvier à 14°,7 en mars; cette énorme différence de 6°,7 (Commission météorologique de Vaucluse, 1903) s'explique par l'absence de pluies d'hiver qui a provoqué l'arrêt des hautes infiltrations réfrigérantes, causé un très faible débit pendant 3 mois et exceptionnellement favorisé le réchauffement géothermique des poches d'eaux souterraines les plus rapprochées de l'émergence (*Comptes rendus*, 10 novembre 1902).

2° Les *venues permanentes d'eaux froides* qui, depuis 1901, dans le côté sud du tunnel du Simplon et à travers 700^m d'épaisseur de terrain, ont fait rencontrer des températures de 19°, 16° et même 11° au lieu de la normale 36° à 38° (Mémoires de M. H. Schardt).

3° La *source du Breuil* est la seule des émergences de la région de l'Avré captées par la Ville de Paris dont la température soit invariable (à très peu de chose près); aussi sa composition chimique est constante, sa teneur bactériologique satisfaisante jusqu'à présent, sa relation avec toutes les expériences à la fluorescéine et à la levure de bière tentées à ce jour complètement négative (deux troubles du 20 février 1900 et du 10 février 1904 ont été des accidents locaux, facilement évitables et dus à des extravasions accidentelles du cours, voisin, de l'Avre). Au contraire les autres émergences montrent des variations de température qui peuvent s'élever à 2° C.; ce sont des *résurgences;* la fluorescéine, la levure de bière, les analyses chimique et bactériologique (voir les Rapports de la Commission scientifique de Montsouris) ont démontré leurs relations plus ou moins rapides et directes avec les infiltrations qui, à plusieurs kilomètres au sud-ouest, les exposent en permanence à des contaminations tout au moins *fortuites et temporaires*.

Il est donc bien avéré que l'observation thermométrique des émergences d'eaux, destinées à l'alimentation, mérite d'être très sérieusement prise en considération et qu'elle ne doit pas se borner à apprendre si une eau est assez fraîche pour la consommation.

Pratiquement, on peut dès maintenant formuler les règles suivantes, d'application courante pour l'examen géologique des projets de captage d'eaux défini par la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900 :

1° Les émergences ne méritent le nom de *sources* (les griffons thermominéraux sont ici hors de cause, en raison de leur modalité toute spéciale) que lorsque leurs variations de température sont à peu près nulles; dans ce cas, en effet, on peut *en général* préjuger l'origine *véritablement sou-*

terraine de leur eau, géothermiquement équilibrée dans le sol, à l'abri de tout mélange artificiel et impur, ou bien sous des conditions de séjour et de contact au sein de la roche qui favorisent tout spécialement la stérilisation naturelle.

2° On peut admettre, pour les variations, qu'il n'y a pas lieu de tenir compte de celles inférieures à 0°,5; cette tolérance paraît nécessaire pour les erreurs d'observations (mêmes les mieux faites) et les imperfections instrumentales (mêmes les plus réduites).

3° Dès que l'écart approche de 1°C. (évaluation résultant d'une foule d'expériences, ainsi que des recherches de Mohn, etc.) l'émergence rentre dans la catégorie des *résurgences*, c'est-à-dire des eaux sujettes aux contaminations par infiltrations lointaines ou rapprochées qui, selon la saison, le volume des eaux et d'autres facteurs, influent en froid ou en chaud sur l'émergence. Alors les causes et points de contaminations éventuelles doivent être recherchés avec le plus grand soin, soit pour interdire le captage, soit pour le mettre à l'abri des pollutions (captages profonds géologiques de MM. Janet et Babinet; périmètre de protection, article 10 de la loi du 15 février 1902; surveillance médicale, etc.).

4° L'observation thermométrique devrait être faite, sinon pendant une année entière, chose théoriquement désirable, mais matériellement impossible, du moins à quatre reprises : en hiver pendant la sécheresse (étiage) et après des pluies (en crue) et de même en été; au strict minimum deux fois : après les pluies ou neiges d'hiver et après les sécheresses d'été. *Une seule observation est insuffisante,* si ce n'est dans certaines conditions trop longues à spécifier ici.

5° Les mêmes règles s'appliquent, en principe, aux *nappes dites phréatiques,* parce que la contamination en est généralement très aisée et que, plus souvent qu'on ne le pense, les puits s'alimentent à de vrais *ruisseaux de fissures* au lieu de réelles *nappes d'interstices*.

GÉOLOGIE. — *La formation charbonneuse sénonienne des Balkans.* Note de M. **L. De Launay**, présentée par M. Zeiller.

Une exploration récente dans le Balkan central entre Trevna et Slivno, où M. le Dr Wankoff, géologue du gouvernement bulgare, m'a communiqué les résultats encore inédits de ses explorations et sa carte géologique

détaillée de la région, m'a amené à quelques conclusions nouvelles, précisées par les déterminations paléontologiques que MM. Douvillé et Zeiller ont bien voulu prendre la peine de faire sur mes échantillons.

1° Il a existé à de nombreuses reprises, depuis le Carbonifère jusqu'à la fin du Tertiaire, sur l'emplacement du Balkan central, un géosynclinal, où se sont déposés des sédiments détritiques gréseux et schisteux, d'aspect très analogue, avec accumulations de plantes. Ces dépôts ont donné lieu : d'abord, dans l'ouest, aux anthracites carbonifères de la vallée de l'Isker; puis, après des interruptions marquées par les retours momentanés et locaux de la mer pendant le Trias, le début du Jurassique et le Cénomanien, aux charbons sénoniens (campaniens) dont il sera question plus loin ; ensuite aux végétaux dispersés dans les grès supracrétacés-éocènes du facies flysch; enfin aux lignites néogènes. De très nombreuses lacunes existent dans la série sédimentaire, la région ayant dû rester longtemps émergée et cette émersion ayant pu, en même temps qu'elle entraînait l'absence de certains dépôts, déterminer la disparition par érosion d'autres dépôts antérieurement formés.

2° Dans la région de Trevna à Slivno apparaît, sur 65^{km} de long, une formation charbonneuse spéciale, qui ne paraît pas représentée par le même facies dans le reste des Balkans : formation de caractère lacustre ou saumâtre, avec rares intercalations franchement marines marquées par des bans calcaires à *Exogyra overwegi*, *Ostrea* sp., et *Gervillia* sp. Il s'y trouve, à la base, un faisceau de plusieurs couches minces et discontinues, composées d'un charbon gras, riche en matières volatiles, donnant environ 8000^{cal} après triage et, plus haut dans la série, quelques lentilles du même charbon, plus larges, mais très courtes et tout à fait éparses. Cette formation, que M. Toula avait reconnue en quelques points seulement et attribuée probablement à l'oligocène, doit être considérée comme campanienne.

Les fossiles, recueillis sur les gisements découverts par M. le Dr Wankoff, sont les suivants, d'après les déterminations de M. Douvillé pour la faune, et de M. Zeiller pour la flore.

Faune. (Gisements de Boukova Poïana, Tschoumerna et Katchoulka, près Bela.) — Niveau inférieur : couches charbonneuses à *Cyrena solitaria* Zittel, *Mytilus* sp., *Pyrgulifera Pichleri* Hoernes, *Terebralia* cf. *Prosperi* d'Orb. — Niveau supérieur : lumachelle à *Exogyra Overwegi* Buch, *Ostrea* sp., *Corbula angustata* Sow et *Gervillia* sp.

Flore. (Gisements de Prinz Boris près Radevsti, de Bodoshti près

Stoïevtsi et de Seltsi.) — FOUGÈRES : *Pecopteris* (Cladophlebis ?) sp., *Pecopteris* sp., *Pecopteris* cf. *Haidingeri*, Debey et Ettingsh., *Gleichenia Zippei* Corda (sp.), *Gleichenia* cf. *gracilis* Heer, *Asplenium Foersteri*, Debey et Ettingsh. — CONIFÈRES : *Dammarites* n. sp.; *Cunninghamites elegans* Corda, forme *stenophyllus* Velenovsky. — DICOTYLÉDONES diverses, dont *Proteophyllum* (*Grevillea ?*) n. sp.

3° Au milieu de la formation charbonneuse sénonienne, des calcaires construits, qui avaient été considérés par M. Wankoff comme des intercalations contemporaines dans cette formation, renferment, d'après les déterminations de M. Douvillé, des *Radiolites* du groupe du *Cantabricus* avec *Orbitolina conica, Caprina* sp. et *Toucasia* sp. Ils représentent donc une apparition locale du Cénomanien, déjà signalé par M. Toula 40^{km} plus au nord, au nord de Tirnovo et, en un point isolé, 30^{km} au nord-est, entre Elena et Tschoumerna. Cette apparition paraît imputable aux phénomènes de plissement.

4° Tous ces terrains ont subi, d'abord avant le flysch, puis postérieurement au flysch et avant le néogène, une première série de mouvements, par suite desquels l'ensemble des dépôts antérieurs au néogène présente, dans le Balkan central, un renversement complet et général vers le nord; les strates ayant toutes un plongement vers le sud et se montrant, quand on les recoupe transversalement du nord au sud, dans un ordre de superposition inverse de leur ordre normal. La coupe des Balkans se présente, dès lors, comme dissymétrique : la série des terrains étant relativement complète sur le flanc nord qui est le flanc adouci, et brusquement interrompue au gneiss ou au Trias sur le flanc sud, qui est le flanc abrupt, jalonné par des effondrements. Ces caractères et, en particulier, ce renversement semblent attribuables à la compression du géosynclinal est-ouest entre deux voussoirs solides de l'écorce terrestre (plate-forme russe et Rhodope), qui se seraient rapprochés l'un de l'autre avec des vitesses inégales et qui auraient ainsi déterminé le chevauchement du Balkan plissé sur son avant-pays resté horizontal.

Des dislocations longitudinales, qui semblent avoir pris l'allure d'effondrements, ont ensuite amené le dépôt des terrains néogènes à lignites dans une série de cuvettes parfaitement délimitées, dont une traînée marque le flanc sud de la chaîne, mais dont plusieurs s'y intercalent; et la suite de ces mouvements (avec accidents connexes nord-sud), mouvements accompagnés par des manifestations éruptives nombreuses à partir des andésites

sénoniennes jusqu'aux basaltes post-néogènes, a disloqué par endroits ces terrains néogènes eux-mêmes.

5° Enfin, il y a lieu de signaler une disposition orographique très caractéristique, par suite de laquelle la ligne de partage des eaux est, dans une zone étendue, à plusieurs kilomètres en avant vers le nord de la crête orographique; les rivières, qui coulent vers le sud, traversent cette crête, où dominent, avec les grès sénoniens et parfois les calcaires triasiques, les roches dures granitiques et gneissiques, par des gorges analogues à celles de nos rivières du Plateau central. La distance horizontale entre les deux lignes va de 5^{km} à 10^{km} et la différence d'altitude atteint 400^{m} à 500^{m}. Bien que d'autres hypothèses soient également à considérer, cette disposition pourrait être due à un mouvement tectonique récent, que divers autres indices amènent à supposer, par suite duquel la crête granitique aurait continué à s'élever après le début du creusement des vallées et aurait été sciée transversalement par le travail progressif des cours d'eau.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'uniformité de composition des météorites d'Amana.* Note de M. G.-D. **Hinrichs**.

L'analyse chimique des pierres météoriques est assez pénible et très difficile, mais de peu de valeur scientifique; même la détermination du fer nickelé magnétique est le plus souvent illusoire. J'ai reconnu la justesse de cette opinion de vom Rath [1] quand j'ai examiné par ces moyens les météorites d'Amana afin d'obtenir quelque connaissance générale et positive sur la nature de cette masse cosmique pesant 204^{kg} qui était devant moi en 85 pierres météoriques. J'avais reconnu de petites masses syssidériques, et les déterminations par les procédés communs m'avaient donné de 5 à 30 pour 100 de fer. Dans les mêmes circonstances, vom Rath (*loc. cit.*) s'est tourné vers la détermination du poids spécifique.

J'ai suivi la même méthode :

Opérant avec le picnomètre et avec la balance hydrostatique sur des fragments de diverses dimensions, sur les pierres pulvérisées et sur des pierres entières, j'ai trouvé

(1) *Ueber die Meteoriten von Pultusk.* Bonn, 1868, p. 154-155 et p. 149. Rammelsberg a dit la même chose sur la détermination du fer. (*Handbuch der mineralogischen Chemie*, p. 924.)

que le temps de submersion dans l'eau a une influence très notable sur les résultats, en raison de la porosité.

Pour la masse finement pulvérisée et dépourvue avec soin de fer, divers échantillons de la pierre Sherlock me donnaient le poids spécifique $d = 3,34$. Comme celui du fer météorique est de 7,70, on voit que 0,044 représente l'accroissement de densité pour chaque $\frac{1}{100}$ de fer météorique.

Les plus grandes pierres de mes collections V et VI (les seules que j'ai voulu exposer à de telles expériences) m'ont donné les résultats suivants :

Nombre.	54.	34.	35.	56.	57.	36.
Poids.......	5^{kg},398	4^{kg},194	4^{kg},158	3^{kg},359	3^{kg},168	3^{kg},038
d..........	3,46	3,44	3,42	3,45	3,45	3,44

Ces six météorites complètes, du poids de 23^{kg},315, ont donné des valeurs extrêmes différant de 0,04, ce qui correspond à une différence de 1 pour 100 de fer seulement; la moyenne $d = 3,443$ ne diffère des extrêmes que par 0,5 pour 100 de fer. La masse dont ces six météorites sont des fragments a donc été très uniforme, car leur densité présente une uniformité aussi grande que celle des divers fragments d'une roche pris dans la même carrière.

Voici le résultat de mes pesées faites pendant l'été de 1875 :

	Nombre.	Poids en kilos. Extrêmes.	Poids en kilos. Total.	Moyennes. Poids.	Moyennes. d.
Pierres.........	6	5,4 -3,0	23,32	3,88	3,443
Pierres.........	9	1,5 -1,1	11,56	1,28	3,457
Pierres.........	11	0,99-0,57	7,89	0,72	3,462
Pierres..........	14	0,50-0,06	3,59	0,25	3,461
Pierres.........	40	5,4 -0,06	46,36	1,16	3,458
Fragments......	12	1,5 -0,3	7,24	0,60	3,479
Totaux.........	52	5,0 -0,06	53,60	1,03	3,462

Une seule pierre, le numéro 60, de 1^{kg},149, a donné une valeur un peu différente, 3,389. C'est le seul écart sur 53 déterminations. Cet écart est de 0,073 au-dessous de la moyenne pour toutes les pierres, et cette différence équivaut à 1,5 pour 100 de fer en moins seulement. Voilà l'extrême et seul écart. La pierre n° 60, collection VI, est de forme *écaille*, comme le n° 15, à Paris [1], et le n° 12 de ma collection personnelle.

Cette irrégularité insignifiante mise à part, le résultat des cinquante-trois déterminations est frappant : le poids spécifique croît régulièrement avec la diminution du poids de la pierre et, pour les fragments, le poids spécifique est un peu supérieur à

(1) DAUBRÉE, *Comptes rendus*, t. LXXXI, 1875, p. 1025.

celui des pierres d'un poids semblable. La variation est de 3,44 à 3,46, soit de 0,02, pour les pierres complètes, ce qui équivaut à un accroissement de 0,5 pour 100 de fer.

Vu la manière dont ces pierres se sont formées par la fragmentation des masses plus grandes, il serait absurde d'admettre une telle dépendance entre le poids spécifique et la taille arbitraire de ces pierres. La variation systématique démontrée par les expériences doit être une erreur systématique de ces expériences mêmes; évidemment c'est l'effet d'un déplacement de l'air par l'eau de plus en plus incomplet avec l'accroissement du poids de la pierre pesée. De même ce déplacement doit être un peu plus prompt pour les fragments.

Que ce raisonnement est fondé, cela est démontré par une Note manuscrite sur le n° 56. Cette pierre de $3^{kg},359$ donnait $d = 3,449$, d'accord avec les autres; mais, laissée dans l'eau, elle fut trouvée plus lourde de 10^{g}, ce qui donne $d = 3,484$ « *after long soaking* ».

La conclusion finale est donc que les pierres météoriques d'Amana ont le même poids spécifique, donc elles contiennent la même proportion de fer, à 0,5 pour 100 près; donc toutes ces pierres sont des fragments d'une masse cosmique aussi uniforme que les pierres prises dans un même banc en un point donné d'une carrière. C'est peut-être la première fois qu'un résultat aussi général a été démontré pour une chute de météorites aussi étendue que celles d'*Amana, Iowa County, Iowa* (États-Unis).

M. von **Daniel Lagerlof** adresse une Note en allemand intitulée : *Recherches thermochimiques sur la constitution des carbures d'hydrogène.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **H. Pécheux** adresse une Note intitulée : *Action de l'aluminium et de quelques alliages d'aluminium sur l'eau de quelques solutions salines.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 février 1905.

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Rouché, Membres de l'Institut. Tome II. *Géométrie.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Les accumulateurs électriques, théorie et technique, descriptions, applications, par L. Jumau. Paris, Vve Ch. Dunod, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval, pour le concours du prix Gaston Planté.)

Resolution breve, clara y exacta de los problemas mas usuales en la pratica de la Navigacion, por Miguel Gonzalez Aveno. Valence, Manuel Alufre, 1904; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Laboratoire scientifique international du Mont Rosa; travaux de l'année 1903, publiés par A. Mosso, Directeur du Laboratoire de Physiologie du Mont Rosa. Turin, Herman Loescher, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dastre. Hommage de M. Angelo Mosso, Correspondant de l'Académie des Sciences.)

Parafoudres industriels (*Bulletin* de l'Assoc. des anciens Élèves et Élèves de l'Institut électrochimique de Grenoble : *La houille blanche,* 3e année, 1903-1904, 2e semestre, n° 4). Grenoble, imp. Allier frères; 1 fasc. in-8°.

Congrès international d'Archéologie. Session d'Athènes, 1905; Bull. n° 1. Athènes, 1905; 1 fasc. in-8°. (Adressé par M. Homolle, Membre de l'Institut, Secrétaire du Congrès.)

Assemblée générale des actionnaires de la Banque de France, du 26 *janvier* 1905, *sous la présidence de M.* Georges Pallain, Gouverneur. *Compte rendu au nom du conseil général de la Banque et rapport de MM. les Censeurs,* Paris, Paul Dupont, 1905; 1 fasc. in-4°.

Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix. Prix Thiers, de 3000fr, à décerner en 1907 à l'auteur du meilleur Ouvrage sur la Provence : *Programme.* Aix, 1905; 1 feuille in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. G. Darboux, E. Picard et J. Tannery; 2e série, t. XXIX, janvier 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux Écoles spéciales, à la Licence et à l'Agrégation, dirigé par C.-A. Laisant, C. Bourlet, R. Bricard; 4e série, t. V, janvier 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Revue de Mécanique; t. XVI, n° 1, 31 janvier 1905. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de la Société météorologique de France; Revue mensuelle publiée sous la direction de M. Th. Moureaux; 53e année, janvier 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut; t. XVII, livraison de janvier 1905, n° 193. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 6ᵉ série, t. II, 2ᵉ cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils, 1904; 1 vol. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1903-1904. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret et fils; 1 vol. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, paraissant mensuellement; 4ᵉ série, t. V, décembre 1904, avec la *Liste générale des Membres de la Société;* t. VI, janvier 1905. Paris, au siège de la Société; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction de M. E. Collignon; 104ᵉ année, t. CVII, n° 1, 31 janvier 1905. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 février 1905.)

Note de M. *A. Conduché,* Sur une nouvelle réaction des aldéhydes et l'isomérie de leurs oximes :

Page 435, ligne 8 en remontant, *au lieu de* en donnant l'aldéhyde génératrice, *lisez* en donnant le nitrile correspondant à l'aldéhyde génératrice.

Même page, ligne 6 en remontant, *au lieu de* régénérer à l'état de pureté l'aldéhyde, *lisez* engendrer le nitrile correspondant à l'aldéhyde.

N° 9.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 27 février 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la mort de M. *Émile Fernet*, Inspecteur général de l'Instruction publique. 553

M. Lœwy. — Précautions à prendre dans le mode d'exécution de certaines recherches de haute précision.......................... 553

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale l'Ouvrage suivant : « Malgaigne (1806-1865). Étude sur sa vie et ses idées d'après ses écrits, des papiers de famille et des souvenirs particuliers », par *E. Pilastre* 558

M. Cazalbou adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.............................. 559

M. Puiseux. — Sur l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février........... 559

M. Salet. — Sur une application du diaphragme-iris en Astronomie 561

M. G. Carrus. — Familles de Lamé à trajectoires orthogonales planes. Familles de surfaces à lignes de courbures planes.... 562

M. Federigo Enriques. - Sur les surfaces algébriques de genre zéro 564

M. Maurice Frechet. — Sur les fonctions d'une infinité de variables............... 567

M. P. Fatou. — Sur quelques théorèmes de Riemann 569

M. Marcel Brillouin. — Indétermination de la trajectoire limite des planeurs rigides.. 570

M. C. Gutton. — Sur l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclairements.................... 573

M. E. Rogovski. — Sur les rayons cathodiques émis par l'anode..................... 575

M. Ch. Fortin. — Tension superficielle d'un diélectrique dans le champ électrique..... 576

M. Ch. Fabry. — Sur les spectres des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique 578

M. William Duane. — Sur l'ionisation due à l'émanation du radium................. 581

M. G. Urbain. — Sur la purification de la gadoline et sur le poids atomique du gadolinium. 583

M. L. Wintrebert. — Sur quelques osmionitrites et sur un nitrite d'osmium 585

M. Pierre Breuil. — Constituant spécial obtenu dans la trempe d'un bronze d'aluminium 587

M. Henri Leroux. — Sur le décahydronaphtol-β et l'octohydrure de naphtaline. 590

MM. E. Varenne et L Godefroy. — Sur l'anéthoglycol (glycol de l'anéthol)....... 591

M. J. Chaine. — Caractères des muscles polygastriques...... 593

M. L. Bordas. — Sur les glandes (salivaires, céphaliques et métathoraciques) de quelques Hémiptères............................ 595

M. Louis Brasil. — La résorption phagocytaire des éléments reproducteurs dans les vésicules séminales du *Lumbricus herculeus* Sav.................................. 597

M. L. Hallion. — Sur l'importance pratique de l'exploration de la pression artérielle pour éviter les accidents de l'anesthésie... 599

M. C. Phisalix. — Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins..... 600

MM. A. Moutier et A. Challamel. — Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation...................... 602

M. Marage. — Différentes sortes d'otites scléreuses.................................. 603

M. le Dr Foveau de Courmelles. — Action atrophique glandulaire des rayons X 606

M. E.-A. Martel. — Sur l'application de la thermométrie au captage des eaux d'alimentation................................ 607

M. L. De Launay. — La formation charbonneuse sénonienne des Balkans............ 609

M. G.-D. Hinrichs. — Sur l'uniformité de composition des météorites d'Amana...... 612

M. von Daniel Lagerlof adresse une Note intitulée : « Recherches thermochimiques sur la constitution des carbures d'hydrogène »...................................... 614

M. H. Pécheux adresse une Note intitulée : « Action de l'aluminium et de quelques alliages d'aluminium sur l'eau de quelques solutions salines »........................ 614

Bulletin bibliographique.. 615

Errata.. 616

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins. 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 10 (6 Mars 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MARS 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** communique le télégramme suivant reçu, de la part de M. le Dr Jean Charcot, par le journal *Le Matin* :

Puerto-Madryn, 4 mars, 11^{h}50^m matin.

Nous sommes tous en bonne santé. Notre hivernage à l'île Wandel nous a permis d'exécuter dans de bonnes conditions tous nos travaux scientifiques. Un raid nous a permis d'élucider la question du détroit de Bismarck; nous avons reconnu la terre Alexandre, mais les glaces la rendaient absolument inabordable.

Nous avons exploré plusieurs points inconnus de la terre de Graham, malgré un échouage causant à notre navire de sérieuses avaries.

La côte, auparavant inconnue, a été par nous suivie d'une façon continue et nous avons pu en relever le contour extérieur.

Nous avons ensuite reconnu l'archipel Palmer, et maintenant nous rentrons nous reposer à Buenos-Ayres.

Prière de transmettre cette dépêche à l'Académie des Sciences et à la Société de Géographie, l'argent liquide nous manquant pour leur envoyer directement nos salutations et nos remercîments.

J'espère que vous serez satisfait de nos travaux.

Jean Charcot.

Le **Président** ajoute ce qui suit :

La dépêche qui nous annonce l'heureuse issue de l'expédition Charcot nous fait entrevoir qu'elle a réalisé de nombreuses et intéressantes observations pendant son hivernage dans les régions antarctiques.

L'Académie des Sciences sera heureuse d'enregistrer les résultats scientifiques que les intrépides explorateurs ne tarderont pas à nous faire connaître.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les trajectoires orthogonales d'une famille de surfaces.* Note de M. **Gaston Darboux.**

1. Dans une Note placée à la suite d'une Communication de M. S. Carrus (p. 211 de ce Tome), j'ai présenté quelques remarques relatives à l'équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui définit les surfaces dont les trajectoires orthogonales sont planes. Je me propose aujourd'hui de montrer que ces remarques se rattachent à une théorie générale et peuvent être étendues aux cas où les trajectoires orthogonales de la famille de surfaces considérée doivent satisfaire à des conditions très variées.

Soit

$$f(x, y, z) = \text{const.} \tag{1}$$

l'équation en coordonnées rectangulaires d'une famille de surfaces. Si l'on introduit, comme je l'ai déjà fait, une variable auxiliaire t, les trajectoires orthogonales de la famille seront définies par les équations aux dérivées partielles

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{\partial f}{\partial y}, \quad \frac{dz}{dt} = \frac{\partial f}{\partial z}. \tag{2}$$

Cela posé, considérons une surface déterminée φ, définie par l'équation

$$\varphi(x, y, z, a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0, \tag{3}$$

qui contient n paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$. La surface φ sera, par exemple, un plan, une sphère, une quadrique, etc., assujettis ou non à certaines conditions. Proposons-nous de disposer des paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ de telle manière que la surface φ ait, avec une des trajectoires orthogonales des surfaces définies par l'équation (1), le contact le plus élevé possible. On déterminera ainsi ce que l'on appelle d'ordinaire les *surfaces φ osculatrices aux trajectoires*. Si l'on désigne par le symbole Δ l'opération

$$\Delta = \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}$$

et si l'on pose

$$\varphi_i = \Delta\varphi_{i-1} = \frac{d\varphi_{i-1}}{dt}, \tag{4}$$

les paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ de la surface φ osculatrice, au point (x, y, z), à la trajectoire orthogonale qui passe en ce point devront satisfaire aux équations

$$(5)\qquad \varphi = 0, \qquad \varphi_1 = 0, \qquad \ldots, \qquad \varphi_{n-1} = 0$$

qui les détermineront en général. *Ces paramètres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ deviendront ainsi des fonctions de x, y, z et des dérivées des $n-1$ premiers ordres de f.*

2. Cela posé, proposons-nous de chercher toutes les familles de surfaces f pour lesquelles la surface osculatrice φ est la même pour tous les points de chaque trajectoire orthogonale, c'est-à-dire pour lesquelles chaque trajectoire orthogonale est sur une des surfaces φ définies par l'équation (3).

S'il en est ainsi, on pourra évidemment ajouter aux équations (5) les suivantes, en nombre indéfini,

$$\varphi_n = 0, \qquad \varphi_{n+1} = 0, \qquad \ldots.$$

Nous allons voir qu'il suffit d'adjoindre la première

$$(6)\qquad \varphi_n = 0,$$

et qu'en portant dans cette équation les valeurs de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ déduites des équations (5), on aura l'équation aux dérivées partielles du $n^{\text{ième}}$ ordre,

$$(7)\qquad \Omega = 0,$$

qui donnera la solution du problème proposé.

En effet, reprenons les équations (5) et appliquons à chacune d'elles l'opération que nous avons désignée par le symbole Δ. En tenant compte de ces équations elles-mêmes, nous serons conduits au système suivant :

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\varphi}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi}{\partial a_n}\Delta a_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial\varphi_i}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi_i}{\partial a_n}\Delta a_n = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_1}\Delta a_1 + \ldots + \dfrac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_n}\Delta a_n = -\varphi_n, \end{cases}$$

et l'on voit que, tant que le déterminant

$$(9)\qquad D = \left|\frac{\partial\varphi_i}{\partial a_k}\right| \qquad \begin{matrix} (i = 0, 1, 2, \ldots, n-1) \\ (k = 1, 2, 3, \ldots, n) \end{matrix}$$

ne sera pas nul, l'équation (6) entraînera cette conséquence qu'en chaque point de l'espace on aura

$$\Delta a_i = \frac{da_i}{dt} = 0,$$

c'est-à-dire que les fonctions a_i demeureront constantes lorsqu'on se déplacera sur une même trajectoire orthogonale.

Ainsi, *toutes les solutions de l'équation* (7) *pour lesquelles le déterminant* D *ne s'annule pas donneront des solutions du problème proposé.*

3. De là résulte immédiatement un mode de détermination de ces solutions qui constitue une véritable intégration partielle de l'équation (7). Puisque les fonctions $a_1, a_2, \ldots, a_n$ demeurent constantes en tous les points d'une même trajectoire et ne dépendent par conséquent que des deux paramètres qui suffisent à déterminer cette trajectoire, il est clair qu'elles sont toutes fonctions de deux quelconques d'entre elles et qu'en établissant, par exemple, $n-2$ relations

$$(10) \qquad a_i = \theta_i(a_1, a_2) \quad (i = 3, 4, \ldots, n),$$

on aura $n-2$ intégrales premières de l'équation (7). C'est là un résultat très intéressant, mais il est inutile de s'y arrêter. Il vaut mieux porter les valeurs $\theta_i(a_1, a_2)$ de $a_3, \ldots, a_n$ dans l'équation (3) qui prendra la forme

$$(11) \qquad \Phi(x, y, z, a_1, a_2) = 0,$$

et comme cette nouvelle équation ne contient plus que *deux* constantes, on voit que *la solution du problème proposé sera ramenée à l'intégration de l'équation du second ordre que l'on obtient en éliminant* a_1, a_2 *entre l'équation* (11) *et les deux suivantes*

$$\Delta\Phi = 0, \quad \Delta^2\Phi = 0.$$

Nous avons effectué ainsi, en introduisant $n-2$ fonctions arbitraires, $n-2$ intégrations successives de l'équation proposée (7).

4. Dans la discussion qui précède, nous avons négligé les solutions de l'équation (7) pour lesquelles le déterminant D serait nul. Il est facile de voir qu'il existe en général de pareilles solutions.

Remarquons d'abord que, si l'on porte les valeurs de $a_1, a_2, \ldots, a_n$ déterminées par les équations (5) dans le déterminant D, la relation

$$(12) \qquad D = 0$$

deviendra une véritable équation du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre à laquelle devra satisfaire la fonction f. Je dis que les solutions de cette équation appartiendront en général à l'équation (7).

En effet, reprenons les identités (8) et supposons que, pour la solution considérée de l'équation (12), un au moins des déterminants de la matrice

$$\left|\frac{\partial\varphi_i}{\partial a_k}\right| \qquad \begin{array}{l} i=0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-2, \\ k=1,\ 2,\ \ldots,\ n, \end{array}$$

ne soit pas nul. Alors les rapports mutuels de Δa_1, Δa_2, ..., Δa_n seront déterminés par les $n-1$ premières équations (8) et, en vertu de l'équation (12), ces rapports mutuels satisferont aussi à l'équation

$$\frac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_1}\Delta a_1+\ldots+\frac{\partial\varphi_{n-1}}{\partial a_n}\Delta a_n=0,$$

qui donne

$$\varphi_n=0.$$

Ainsi *toutes les solutions considérées de l'équation* (12) *satisferont à l'équation* (7).

5. Il nous reste maintenant à donner la signification géométrique de l'équation (12). Pour cela on remarquera qu'elle résulte de l'élimination des a_i et des Δa_i entre les équations

$$\varphi_i=0, \qquad \sum_k \frac{\partial\varphi_i}{\partial \alpha_k}\Delta a_k=0 \qquad (i=0,\ 1,\ 2,\ \ldots,\ n-1).$$

On peut écrire ces équations comme il suit.

Remplaçons Δa_k par a'_k et posons

$$(13) \qquad \psi=\frac{\partial\varphi}{\partial a_1}a'_1+\frac{\partial\varphi}{\partial a_2}a'_2+\ldots+\frac{\partial\varphi}{\partial a_n}a'_n;$$

il faudra éliminer les a_i et les a'_i entre les équations

$$\begin{array}{llll} \varphi=0, & \varphi_1=0, & \ldots, & \varphi_{n-1}=0, \\ \psi=0, & \psi_1=0, & \ldots, & \psi_{n-1}=0 \end{array}$$

dont l'interprétation est évidente. Elles expriment que la courbe définie par les équations

$$\varphi=0, \qquad \psi=0,$$

c'est-à-dire l'intersection des deux surfaces φ infiniment voisines, a un contact du $(n-1)^{\text{ième}}$ ordre avec la trajectoire orthogonale.

Ainsi *l'équation aux dérivées partielles* (12) *définit les familles de surfaces dont les trajectoires orthogonales peuvent avoir un contact du* $(n-1)^{\text{ième}}$ *ordre avec l'intersection de deux surfaces infiniment voisines appartenant à l'ensemble des surfaces définies par l'équation* (3).

6. $a_1, a_2, \ldots, a_n$ désignant toujours les fonctions des dérivées des $n-1$ premiers ordres de f, définies par les équations (5), l'analyse précédente conduit à l'intégration de l'équation aux dérivées partielles du $(n-1^{\text{ième}})$ ordre

$$F(a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0$$

et même à celle des équations simultanées qu'on obtient en prenant plusieurs relations de cette nature. Nous n'insisterons pas sur ces détails et nous nous contenterons de faire remarquer qu'il y aurait lieu de faire subir quelques modifications aux résultats précédents dans certains cas particuliers, par exemple, si l'équation (3) était linéaire par rapport aux constantes a_i. Alors l'équation (12) est remplacée par deux équations qui ne sont pas toujours compatibles.

OPTIQUE. — *Formule rationnelle du coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque*. Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Le coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque prend une forme extrêmement simple, à la fois rationnelle et exacte, quand on évalue le trajet δ du rayon lumineux dans le corps par le *temps* t qu'emploie la lumière à le parcourir, quotient du chemin δ par la vitesse r du rayon. J'ai montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 13 février 1905, p. 401) que l'amplitude du mouvement vibratoire est proportionnelle à une certaine exponentielle e^{-fu}, égale à $e^{-(f\cos V)\delta}$ ou enfin à $e^{-(fr\cos V)t}$, u désignant la distance du point quelconque (x, y, z) atteint par le mouvement au plan de la face d'entrée de la lumière dans le corps; et que l'on a la formule

$$f\cos V = r(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2),$$

dans laquelle l', m', n' sont les cosinus directeurs de la vibration par rapport aux demi-axes $\frac{1}{\sqrt{a'}}, \frac{1}{\sqrt{b'}}, \frac{1}{\sqrt{c'}}$ de l'ellipsoïde d'absorption.

Appelons $\mathfrak{f}$ le nouveau coefficient, $fr\cos V$, d'absorption. Il viendra donc

$$(1) \qquad \mathfrak{f} = r^2(a'l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

II. Or soient l'_1, m'_1, n'_1, comme dans la même Note, les cosinus directeurs, *par rapport aux axes de l'onde courbe de Fresnel,* de la projection du rayon r de cette onde sur le plan tangent mené à l'extrémité du même rayon ; ω la perpendiculaire tirée du centre de l'onde courbe au même plan tangent et ε son petit angle avec le rayon r; enfin, $\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}'$ les cosinus directeurs, encore par rapport aux axes de l'onde courbe, de la vibration qui, perpendiculaire au rayon r dans le plan de r et de ω, fait également l'angle ε avec la projection (l'_1, m'_1, n'_1). On sait, par une propriété caractéristique de l'ellipsoïde inverse (dit *d'élasticité*), que

$$(2) \qquad \omega^2 = a^2 l'^2_1 + b^2 m'^2_1 + c^2 n'^2_1 ;$$

et, d'autre part, les cosinus directeurs de la vibration étant proportionnels à $a^2 l'_1, b^2 m'_1, c^2 n'_1$, on a aussi

$$(\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}') = \frac{(a^2 l'_1, b^2 m'_1, c^2 n'_1)}{\sqrt{a^4 l'^2_1 + b^4 m'^2_1 + c^4 n'^2_1}};$$

d'où

$$(3) \qquad \cos\varepsilon = \mathfrak{l}' l'_1 + \mathfrak{m}' m'_1 + \mathfrak{n}' n'_1 = \frac{a^2 l'^2_1 + b^2 m'^2_1 + c^2 n'^2_1}{\sqrt{a^4 l'^2_1 + b^4 m'^2_1 + c^4 n'^2_1}}.$$

L'inverse du rayon r, $\frac{\cos\varepsilon}{\omega}$, aura donc pour carré

$$\frac{1}{r^2} = \frac{a^2 l'^2_1 + b^2 m'^2_1 + c^2 n'^2_1}{a^4 l'^2_1 + b^4 m'^2_1 + c^4 n'^2_1},$$

ou bien, en substituant à l'_1, m'_1, n'_1, dans cette formule homogène du degré zéro en l'_1, m'_1, n'_1, les quotients respectifs, proportionnels, de $\mathfrak{l}', \mathfrak{m}', \mathfrak{n}'$ par a^2, b^2, c^2,

$$(4) \qquad \frac{1}{r^2} = \frac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \frac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \frac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}.$$

Ainsi, *le carré r^2 d'un rayon quelconque de l'onde de Fresnel a pour inverse une fonction linéaire des trois carrés $\mathfrak{l}'^2$, $\mathfrak{m}'^2$, $\mathfrak{n}'^2$ des cosinus directeurs de la vibration correspondante.*

III. Éliminons r^2, par (4), de l'expression (1) du coefficient $\mathfrak{f}$ d'absorp-

tion ; et il viendra

$$(5) \qquad \mathfrak{f} = \frac{a'\,l'^2 + b'\,m'^2 + c'\,n'^2}{\frac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \frac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \frac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}}.$$

Le coefficient $\mathfrak{f}$ *d'absorption est* donc *une fonction rationnelle et homogène, du degré zéro, à numérateur et dénominateur linéaires, des six carrés* l'^2, m'^2, n'^2, $\mathfrak{l}'^2$, $\mathfrak{m}'^2$, $\mathfrak{n}'^2$ *des cosinus directeurs de la vibration, par rapport aux axes tant de l'ellipsoïde d'absorption, que de l'onde courbe de Fresnel.*

Cette expression peut, à raison de la petitesse des différences relatives existant, dans les corps, entre a, b et c, être remplacée par une autre, seulement approchée, mais *entière*. Dans l'identité classique

$$(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2)(\alpha'^2+\beta'^2+\gamma'^2) = (\alpha\alpha'+\beta\beta'+\gamma\gamma')^2 + (\beta\gamma'-\gamma\beta')^2+(\gamma\alpha'-\alpha\gamma')^2+(\alpha\beta'-\beta\alpha')^2,$$

faisons

$$\alpha = a\mathfrak{l}', \qquad \beta = b\mathfrak{m}', \qquad \gamma = c\mathfrak{n}' \qquad \text{et} \qquad \alpha' = \frac{\mathfrak{l}'}{a}, \qquad \beta' = \frac{\mathfrak{m}'}{b}, \qquad \gamma' = \frac{\mathfrak{n}'}{c}.$$

Le premier terme du second membre vaudra 1 ; et les trois derniers, devenus $\left(\frac{b}{c}-\frac{c}{b}\right)^2\mathfrak{m}'^2\mathfrak{n}'^2$, ..., seront négligeables, comme étant du *second* ordre. On aura donc

$$(a^2\mathfrak{l}'^2 + b^2\mathfrak{m}'^2 + c^2\mathfrak{n}'^2)\left(\frac{\mathfrak{l}'^2}{a^2} + \frac{\mathfrak{m}'^2}{b^2} + \frac{\mathfrak{n}'^2}{c^2}\right) = 1 ;$$

ce qui permettra bien de donner à l'expression (5) de $\mathfrak{f}$ la forme *entière*, très approchée,

$$(6) \qquad \mathfrak{f} = (a^2\mathfrak{l}'^2 + b^2\mathfrak{m}'^2 + c^2\mathfrak{n}'^2)(a'\,l'^2 + b'm'^2 + c'n'^2).$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude des 1-méthyl-4-benzylcyclohexanols et 1-méthyl-4-dibenzylcyclohexanol.* Note de MM. **A. Haller** et **F. March.**

A la suite de recherches de l'un de nous (¹) sur les produits de condensation des aldéhydes aromatiques avec le camphre sodé, produits parmi

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22.

lesquels le benzylidènecamphre $C^8H^{14}\left<\begin{matrix}C=CH-C^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ constitue le type le plus simple, M. Wallach (1) a effectué des condensations analogues entre l'aldéhyde benzoïque et quelques cétones cycliques renfermant les unes, comme le camphre, le groupement $\begin{matrix}R'-CH^2\\ |\quad\quad |\\ CR-CO\end{matrix}$ tandis que d'autres étaient caractérisées par le complexe $\begin{matrix}R-CH^2\\ |\quad\quad |\\ CH^2-CO\end{matrix}$. Les corps du premier groupe se combinent tous avec une seule molécule d'aldéhyde aromatique, tandis que les seconds sont susceptibles de se condenser, soit avec 1^{mol} seulement, soit avec 2^{mol} d'aldéhyde. C'est ainsi que la β-méthylcyclohexanone a fourni à M. Wallach les deux combinaisons

$$\begin{matrix}CH^3\\ |\\ CH\\ H^2C\diagup\diagdown CH^2\\ H^2C\diagdown\diagup CO\\ C\\ \|\\ CH.C^6H^5\end{matrix}\qquad\qquad\begin{matrix}CH^3\\ |\\ CH\\ H^2C\diagup\diagdown C=CHC^6H^5\\ H^2C\diagdown\diagup CO\\ C\\ \|\\ CHC^6H^5\end{matrix}$$

Nous devons ajouter que la constitution du premier de ces composés n'a été fixée qu'à la suite des recherches de M. Tétry (2).

Les dérivés monosubstitués $R\left<\begin{matrix}C=CHC^6H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ ainsi obtenus présentaient la plus grande analogie chimique et de constitution avec les benzylidènecamphres. Comme ces derniers, une réduction ménagée les transforme d'abord en cétones benzylées, tandis qu'une réduction plus énergique les convertit en alcools benzylés.

La benzylidèneméthylcyclohexanone a pu être réduite d'abord en benzylméthylcyclohexanone (2), puis en benzylméthylcyclohexanol (1). Comme on le verra dans la suite de ce Mémoire, il en est de même de la dibenzylidèneméthylcyclohexanone.

A ce mode de formation de ces hexanols substitués nous pouvons ajouter celui qui consiste à traiter la méthylhexanone par du benzylate de sodium à une température de 220° à 225° pendant 24 heures. On obtient dans ces

(1) Wallach, *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXIX, 1896, p. 1596 et p. 2955.
(2) L. Tétry, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 305.

conditions, outre du benzoate de soude, un mélange des dérivés monobenzylé et dibenzylé suivant l'équation :

$$3\;\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \diagup \diagdown CH^2 \\ H^2C \diagdown \diagup CO \\ CH^2 \end{array} + 4C^6H^5.CH^2ONa + 4C^6H^5.CH^2OH$$

$$= 2\;\begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \diagup \diagdown CH^2 \\ H^2C \diagdown \diagup CHOH \\ CH.CH^2C^6H^5 \end{array} + \begin{array}{c} CH^3 \\ | \\ CH \\ H^2C \diagup \diagdown CH - CH^2.C^6H^5 \\ H^2C \diagdown \diagup CHOH \\ CH - CH^2.C^6H^5 \end{array} + 4C^6H^5.CO^2Na + H^6.$$

On sépare ces dérivés par une série de distillations fractionnées et de cristallisations.

Préparation. — 85g de β-méthylcyclohexanone sont chauffés à 220°-225° pendant 24 heures, avec 350g d'alcool benzylique tenant en dissolution 16g de sodium. Après refroidissement la masse est reprise par l'eau et agitée avec de l'éther. On sépare les deux couches et l'on traite la liqueur aqueuse par de l'acide sulfurique qui précipite environ 50g d'acide benzoïque.

La solution éthérée est distillée et le résidu est fractionné dans le vide. On obtient : 1° de 100° à 114° (sous 26mm) de l'alcool benzylique; 2° de 114° à 180° (sous 21mm) une fraction peu importante; 3° de 180° à 187° (sous 21mm) une portion assez considérable (48g); 4° de 187° à 200° (sous 21mm) environ 28g; 5° de 200 à 240° (sous 21mm) environ 10g; 6° de 240° à 265° et surtout de 255° à 258° une nouvelle portion importante (35g).

Les différentes portions distillant de 180° à 187° se sont solidifiées au bout de quelques jours en une masse transparente qu'il a été impossible de faire cristalliser. Sublimée dans le vide elle fournit en petites quantités une masse cotonneuse et amorphe. Le résidu rectifié à plusieurs reprises fournit finalement un liquide bouillant à 170° sous 16mm, qui se solidifie bientôt en une masse gommeuse blanche et semi-transparente.

Récemment préparé ce produit fond vers 50°; mais, en prenant le point de fusion longtemps après sa préparation, on a observé par refroidissement sur la surface du mercure la formation d'un corps cristallisé. On a alors broyé la masse avec de l'éther de pétrole, qui dissout une huile, et l'on a essoré le produit blanc obtenu. On le redissout dans le moins possible

d'éther bouillant et l'on abandonne la solution dans un vase conique. Au bout de quelque temps il se dépose des cristaux, souvent assez gros, limpides, tandis que sur les parois grimpe une masse amorphe et blanche. Après plusieurs cristallisations fractionnées on parvient finalement à isoler des prismes fusibles de 101°,5 à 102°, dont la composition répond à la formule $C^{14}H^{20}O$.

C'est le 1-*méthyl-4-benzyl-3-cyclohexanol*. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = -53°21'$.

Les différentes portions amorphes séparées du produit précédent ont été dissoutes dans le benzène bouillant. Il se dépose par refroidissement un produit blanc, fusible à 79°-80° et dont une nouvelle cristallisation dans l'éther n'élève pas le point de fusion. Ce composé donne à l'analyse les mêmes nombres que le produit cristallisé dont il constitue sans aucun doute un stéréoisomère.

Wallach a décrit jadis un 1-méthyl-4-benzyl-3-cyclohexanol (¹), obtenu par réduction de la benzylidèneméthylcyclohexanone au moyen de l'alcool absolu et du sodium, et auquel il a attribué le point de fusion 97°. Nous avons reproduit ce composé, en nous plaçant dans les mêmes conditions que le savant allemand, et avons constaté qu'en soumettant l'alcool obtenu à une série de purifications et de cristallisations, on obtient des cristaux identiques aux nôtres, fondant à 101°,5-102°.

Le même corps a encore été préparé en chauffant à l'ébullition, pendant 16 heures, 23^g de méthylcyclohexanol avec 4^g de sodium en présence de 50^g de toluène et additionnant peu à peu le mélange de 22^g d'aldéhyde benzoïque après disparition de la totalité du sodium. Après avoir maintenu le mélange à l'ébullition pendant 2 heures, on traite par de l'eau et l'on épuise avec de l'éther. La solution aqueuse contient du benzoate de soude, tandis que la liqueur éthérée fournit après rectification un produit huileux, distillant de 150° à 230° sous 16^{mm}, qui, soumis au même traitement que les huiles obtenues dans les opérations précédentes, finit par donner des cristaux fondant à 101°,5-102° dont l'analyse conduit à la formule $C^{14}H^{20}O$ qui est celle du méthylbenzylcyclohexanol.

Méthyl-1-dibenzyl-2.4-cyclohexanol-3 : $C^{21}H^{26}O$. — La fraction 240°-265° sous 21^{mm} de la préparation que nous avons donnée plus haut se présente sous la forme d'un produit jaune, visqueux, extrêmement épais, sans

(¹) O. WALLACH, *D. chem. Ges.*, t. XXIX, p. 2955.

se solidifier pourtant. Redistillée, elle passe en majeure partie à 257°-258° sous 21^{mm} avec une portion peu importante 259°-262°.

L'analyse de ce produit fournit des nombres correspondant à la formule du méthyldibenzylcyclohexanol. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool $[\alpha]_D = -10°5'$.

Cet alcool correspond sans aucun doute à la dibenzylidèneméthylcyclohexanone décrite par M. O. Wallach puis par M. Tétry (*loc. cit.*).

En soumettant ce dérivé dibenzylidénique à l'action réductrice du sodium et de l'alcool absolu, nous avons en effet isolé une huile qui distille à 246°-248° sous 13^{mm} et qui a la composition et le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -10°22'$ du produit obtenu par action directe du benzylate de sodium sur la méthylhexanone.

En résumé, ces recherches, ainsi que celles qui ont fait l'objet de notre précédente Note, montrent qu'à haute température et vis-à-vis des alcools sodés, la méthylcyclohexanone se comporte autrement que le camphre, dans les conditions où l'on a opéré.

En effet, tandis que le camphre fournit avec le benzylate de sodium du *benzylcamphre* (¹) avec très peu d'un produit visqueux, la méthylcyclohexanone donne naissance, dans les mêmes conditions, à un mélange de méthylbenzyl- et méthyldibenzylhexanols, c'est-à-dire aux dérivés mono et disubstitués du méthylhexanol. Il se produit donc dans cette réaction tout à la fois une substitution et une hydrogénation, alors qu'avec le camphre on n'observe qu'une substitution.

On pourrait être tenté d'assimiler cette réaction à celle observée par M. Guerbet sur certains alcools aliphatiques sodés $R.CH^2CH^2OH$ qui donnent naissance, quand on les chauffe, à une nouvelle série d'alcools substitués $R.CH\begin{cases}CH^2OH \\ CH^2 - CH^2R\end{cases}$, mais des essais effectués avec le *méthylcyclohexanol* et l'alcool isobutylique sodé n'ont abouti à aucune condensation.

Une autre partie de ce travail montre en outre qu'alors que l'aldéhyde benzoïque convertit le bornéol sodé (²) en benzylidènecamphre

$$C^8H^{14}\begin{cases}C = CHC^6H^5 \\ | \\ CO\end{cases},$$

(¹) A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1490.

(²) A. HALLER, *Ibid.*, t. CXXX, p. 688.

il fournit avec le méthylhexanol du méthylbenzylhexanol, c'est-à-dire le produit de réduction ultime de la benzylidèneméthylhexanone, l'analogue du benzylidènecamphre.

ZOOLOGIE. — Eumedon convictor, *Crabe commensal d'un Oursin.* Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **G. Seurat**.

Le commensalisme est rare chez les Crabes du groupe des Parthénopiens; à notre connaissance, on ne l'a signalé jusqu'ici que dans les *Zebrida*, où il est absolument externe, le Crustacé se tenant entre les baguettes d'un Oursin dont il prend la coloration. Grâce aux recherches effectuées par l'un de nous dans les récifs de l'archipel des Gambier, nous sommes en mesure d'affirmer qu'une espèce au moins d'*Eumedon* se rapproche des *Zebrida* par ses habitudes, d'ailleurs avec un commensalisme beaucoup plus étroit, le Crabe s'engageant presque tout entier dans la région apicale de son hôte, qui est ici encore un Oursin à longues baguettes, très probablement l'*Echinothrix turcarum* [1]. Nous désignerons cette espèce nouvelle sous le nom d'*Eumedon convictor* qui rappelle ses mœurs toutes particulières.

L'*Eumedon convictor* est très voisin de l'*E. pentagonus* décrit par A. Milne-Edwards sur des exemplaires de l'île Maurice, et qui se trouve également en Nouvelle-Guinée, d'après des notes manuscrites laissées par l'éminent zoologiste. Comme cette dernière espèce, il présente une carapace franchement pentagonale dont l'un des sommets, beaucoup plus saillant que les autres, n'est rien autre chose que le rostre du Crustacé; les pattes sont aussi à peu près semblables dans les deux espèces, notamment celles de la première paire qui sont armées d'une forte dent sur le bord antéro-interne du méropodite, d'une dent non moins puissante sur le carpe, et d'une troisième sur le bord supérieur de la pince, près de l'articulation du doigt mobile. Toutefois notre espèce peut se distinguer de l'*E. pentagonus* : 1° par son rostre plus étroit et totalement dépourvu d'échancrure terminale; 2° par sa carapace un peu convexe dorsalement, assez irrégulière,

---

(1) Cette détermination provisoire est due à M. Joubin, professeur au Muséum; elle est exacte au point de vue générique, mais douteuse en ce qui concerne l'espèce, car elle a été faite au moyen d'un seul piquant.

à peu près lisse, et dépourvue en tout cas des ponctuations nombreuses et fortes qui caractérisent l'*E. pentagonus;* 3° par la position de ses pédoncules oculaires qui, au lieu d'atteindre les bords de la carapace, sont franchement ventraux et absolument cachés quand on examine le Crabe par la face dorsale; 4° par ses pattes ambulatoires fort peu comprimées, dépourvues d'angle saillant sur le bord antérieur du méropodite et à peu près démunies de poils dans toute leur étendue, même sur la région des doigts.

L'*Eumedon convictor* a été capturé par l'un de nous dans le lagon de Hao, en face le village d'Otepa, sur les récifs découverts aux fortes marées. Il vit en commensalisme étroit avec le *Vana* (*Echinothrix turcarum*), Oursin remarquable par ses aiguilles longues et grêles, qui peuvent produire des blessures très douloureuses.

Bien protégé par cette forêt de dards, qui ne lui sert pas moins qu'à son hôte, il s'enfonce toujours dans la région anale de ce dernier, où il occupe une vaste poche sans doute produite par une invagination du revêtement tégumentaire. Au premier abord, notre Crabe semble un parasite interne, bien plutôt qu'un commensal; mais il n'a aucun rapport avec la cavité de l'Oursin, tandis que le sac où il s'abrite communique avec l'extérieur par un orifice où l'on voit saillir le rostre; quand on tracasse l'Oursin, le Crabe se montre davantage et cherche à sortir par cet orifice.

En somme, les relations de l'*Eumedon convictor* avec son hôte sont à peu près les mêmes que celles d'un Isopode cymothoadien, l'*Ichthyoxenos Jellinghausi* Herklots, avec un Poisson d'eau douce javanais, le *Pontius maculatus;* elles sont aussi fort analogues à celles qu'un petit Copépode, le *Pionodesmotes phormosomæ* J. Bonnier, contracte avec les parois tégumentaires d'un Oursin, le *Phormosoma uranus;* comme l'ont montré les belles recherches de MM. Giard et Bonnier, c'est également par un processus d'invagination que les Epicarides entonisciens se mettent en relation avec les Crabes qu'ils parasitent.

En isolant à divers degrés du milieu extérieur et en établissant des relations plus étroites avec l'hôte, la claustration provoque nécessairement un commensalisme étroit et se prête mieux que tout autre mode à l'établissement du parasitisme. On sait à quel point ce dernier est intense chez les Entonisciens et combien sont réduites les relations de ces Epicarides avec le monde extérieur; chez l'*Ichthyxenos,* où l'isolement est déjà moins profond, les effets du parasitisme sont beaucoup moins accentués et se manifestent surtout par l'empâtement des formes et une croissance exa-

gérée des femelles; dans le *Pionodesmotes* enfin, on est bien près du commensalisme, car la cavité d'invagination, assez largement ouverte, offre aux mâles une issue dont ne peuvent profiter, au surplus, les femelles adultes. La femelle d'*Eumedon convictor* semble moins enclose : large de 13^{mm} environ, elle communique avec l'extérieur par un orifice de 8^{mm} à 9^{mm} qui laisse normalement passer le rostre et, dans certains cas peut-être, par une sorte de distension, l'animal tout entier. Le mâle est inconnu; il mène sans doute une existence libre et, en tout cas, ne cohabite pas avec la femelle; cette dernière occupe isolément le pôle anal de l'Oursin et paraît localisée dans certaines zones spéciales : on l'a trouvée dans quatre *Vana* du lagon de Hao, tandis que, sur le récif extérieur et dans une autre région de l'île, les mêmes Oursins n'étaient pas contaminés.

C'est vraisemblablement à son commensalisme étroit que la femelle de l'*Eumedon convictor* doit la plupart des traits qui la caractérisent et qui la distinguent des trois autres espèces du genre : sa carapace un peu bombée et presque lisse, sa taille relativement grande, la disparition de ses cornes rostrales, la structure simple de ses pattes ambulatoires et la forme obtuse de ses courts angles latéraux. Ce dernier caractère le rapproche de l'*E. pentagonus*, il l'éloigne, au contraire, de l'*E. zebra* Alcock et surtout de l'*E. niger* Edw. qui se distingue, d'ailleurs, par la profonde bifurcation de son rostre. Aucune de ces trois dernières espèces n'a été signalée comme pratiquant le commensalisme, mais il est possible que l'*E. pentagonus* soit un commensal extérieur, à la manière des *Zebrida*. Quant à l'*E. zebra* et à l'*E. niger*, ils sont bien plus voisins des Parthénopidés normaux et représentent certainement les formes primitives du genre.

L'*E. convictor* a une coloration violette assez sombre, beaucoup moins foncée toutefois que celle des baguettes de l'Oursin. Malgré son commensalisme étroit, il a des téguments durs et assez fortement calcifiés.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. W. Bell Dawson adresse un Mémoire relatif à l'*Installation des marégraphes sous les climats rigoureux et dans les régions lointaines*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Nouvelles Tables d'intérêts composés et d'annuités et Précis de la théorie et de la pratique des opérations financières à long terme, particulièrement des emprunts, par F. Vintéjoux. (Présenté par M. G. Darboux.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution des taches solaires.* Note de M. **Th. Moreux**, présentée par M. Deslandres.

Au point de vue de sa constitution physique, la tache de février 1905 a offert un très grand intérêt. J'ai retrouvé, réunies dans cette tache, la plupart des formes que présentent parfois ces phénomènes, depuis les taches voilées jusqu'aux taches sans pénombre.

Ce n'est pas le cas de discuter dans cette Note les hypothèses qui pourraient expliquer ces phases différentes déjà connues, mais à l'occasion de la tache du 2 février, j'appellerai l'attention sur une particularité propre à élucider la nature du noyau des taches.

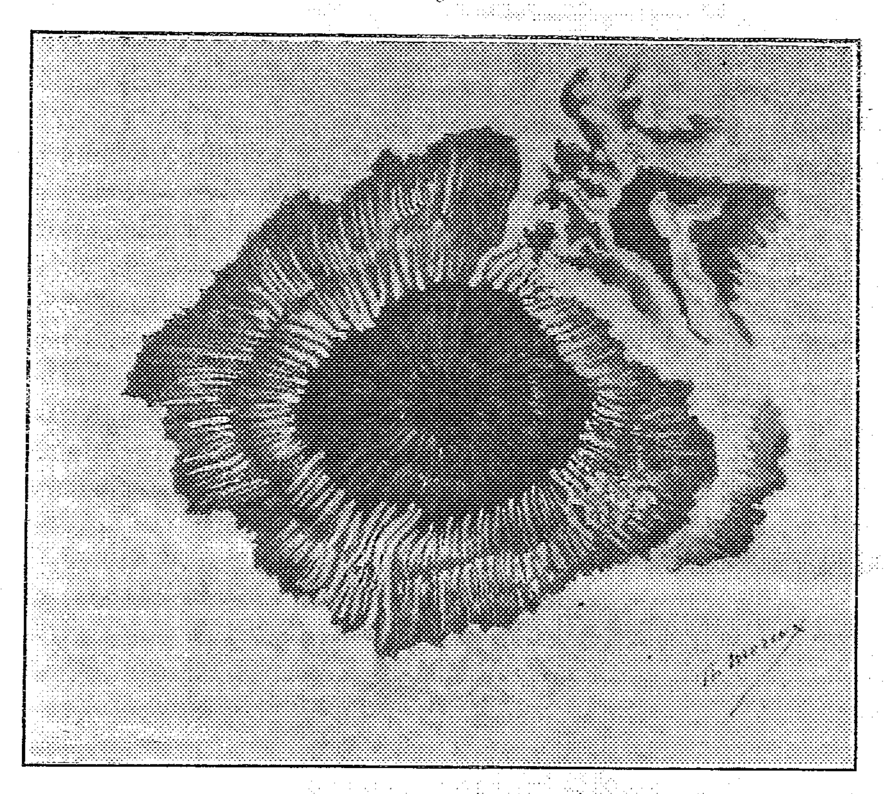
On sait que certaines taches laissent apercevoir au-dessous de leur pénombre normale une amorce de seconde pénombre que la plupart des auteurs ont décrite comme des irrégularités dans le noyau des taches. Parfois le plancher de la tache est parsemé de régions plus sombres signalées pour la première fois par Dawes. Cet astronome pensait que ces régions étaient probablement des bouches d'orifices tubulaires pénétrant jusqu'en des profondeurs inconnues.

La grande tache de janvier 1904 avait déjà montré ces phénomènes que je connaissais en partie, mais sans avoir pu les étudier d'une façon systématique.

Le 15 janvier 1904, alors que je prenais le dessin d'une tache solaire, je pus constater dans le noyau un bouleversement inaccoutumé sous la première pénombre : on entrevoyait des filaments sombres d'une belle couleur violet foncé, l'examen étant fait avec un très petit diaphragme à l'aide d'un verre neutre excessivement clair et d'un

oculaire hélioscopique. Je pus suivre l'envahissement du noyau par ce voile sombre, qu'il ne faut pas confondre avec les voiles roses d'hydrogène, et bientôt je lui reconnus la structure nettement rayonnante et filamenteuse de la pénombre ordinaire avec superposition en étages des différentes parties. L'envahissement n'existait que d'un côté, mais le lendemain je fus surpris d'apercevoir cette fois une seconde pénombre très régulière et très distincte qu'un verre foncé suffisait à dérober à la vue (*fig.* 1). J'eus

Fig. 1.



alors l'explication cherchée depuis longtemps des rayons pénombraux qui se superposent, disent tous les auteurs ayant étudié la question, à la façon de pailles formant un toit de chaume.

Or, cette disposition paraît générale, la plupart des grandes taches ayant deux pénombres. Il me suffira de citer celles du 18 avril 1904, celle du 11 octobre et enfin la dernière tache visible à l'œil nu du 2 février 1905 qui, en raison de sa grandeur, m'a permis d'étudier plus facilement ce phénomène.

Voici l'explication que je propose :

Si l'on admet de fortes températures à l'intérieur de la masse solaire, la dissociation est l'état normal des substances gazeuses, mais à mesure que

l'on approche de la photosphère, la chaleur diminuant, il s'opère à toutes les phases de l'ascension une sélection dans les gaz pouvant se combiner entre eux, et à chaque niveau déterminé doivent se montrer de nouvelles combinaisons chimiques.

Dans une Note présentée à l'Académie le 25 juin 1900, j'ai admis que les taches étaient des *régions surchauffées* où les phénomènes de radiation n'existent plus en raison précisément de l'intensité calorifique favorisant la dissociation : ce fait peut se produire sur une région plus ou moins considérable en profondeur et atteindre une intensité variable. La couche photosphérique superficielle seule est-elle atteinte, nous avons le phénomène bien connu des *taches voilées*. La dissociation s'étend-elle au contraire sur une grande région, en profondeur, plusieurs couches sous-jacentes seront volatilisées, et nous aurons alors le phénomène des pénombres normales dans lesquelles chaque couche de nuages restant à son niveau tend à envahir le plancher de la tache. C'est une explication très plausible du phénomène de superposition présenté par les rayons pénombraux. Une autre preuve à l'appui de cette hypothèse est le fait de la segmentation qui se produit, ainsi que je l'ai constaté maintes fois en ces derniers temps, non seulement aux dépens des matériaux photosphériques superficiels, mais encore par l'envahissement des langues surgissant du milieu même de la pénombre à des niveaux différents.

On comprend alors que dans les grandes taches les gaz du noyau laissent voir, grâce à leur transparence, des régions profondes dont la constitution physique soit analogue à celle des grains de riz de la photosphère. Ils sont étirés comme les filaments de la première pénombre en raison d'un appel convergent vers le centre de la tache. L'analyse spectrale serait d'un grand secours en ce cas particulier pour connaître leur structure chimique; malheureusement des taches aussi grandes que celle du 2 février sont plutôt rares et il est difficile d'appliquer la méthode spectroscopique à de petites étendues.

Cette explication ajoutée à celle que j'ai donnée dans mon Ouvrage, *Le Problème solaire*, me paraît rendre un compte assez exact de toutes les apparences pénombrales aujourd'hui connues.

Enfin la tache du 2 février dernier a présenté une autre particularité intéressante que je n'avais jamais constatée aussi facilement. La photosphère envahissait l'un des noyaux par deux amorces de ponts lumineux. Mais, à une certaine distance du bord de la première pénombre, les langues de feu semblaient dissoutes par la chaleur interne, et chaque langue pré-

sentait alors une disposition en éventail, rappelant assez bien les jets liquides s'échappant d'une pomme d'arrosoir.

Le 3 février, cette disposition avait déjà disparu à moitié et la tache se morcelait sous l'influence de l'envahissement de la photosphère.

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement de glissement.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Painlevé.

Ainsi que l'a montré M. Painlevé, la loi de Coulomb conduit dans certains cas à cette conséquence absurde que deux corps en contact exercent l'un sur l'autre une pression négative. Mais les calculs sont faits en considérant les corps comme doués d'une rigidité absolue. Je voudrais faire voir par un exemple que, si l'on tient compte de l'élasticité des solides naturels, la même difficulté n'apparaît pas.

Soit un disque circulaire non homogène, de masse égale à l'unité, lancé, sans rotation initiale, dans un plan vertical, au contact d'une planche horizontale. Appelons r le rayon; a et b les distances du centre de gravité G à la verticale du centre de figure O et à la planche; k le rayon de giration par rapport à G; u et v les composantes horizontale et verticale de la vitesse de G; ω la vitesse de rotation; N la pression sur la planche; f le coefficient de frottement. Le sens positif de v est ascendant; celui de u est le même que pour la projection horizontale de GO. Dans ces conditions, nous avons

$$(1) \qquad \frac{du}{dt} = -f\mathrm{N}, \qquad \frac{dv}{dt} = \mathrm{N} - g, \qquad k^2\frac{d\omega}{dt} = \mathrm{N}(fb - a).$$

La vitesse verticale de O est $v - \omega a$. Si nous supposons que le disque soit très dur par rapport à la planche et s'enfonce dans celle-ci d'une quantité z, cette hypothèse donne

$$v - \omega a = -\frac{dz}{dt}$$

En différentiant et remarquant que $\frac{da}{dt} = \omega(r - b)$, il vient

$$\frac{\mathrm{N}}{k^2}(k^2 + a^2 - fab) = g + \omega^2(r - b) - \frac{d^2 z}{dt^2}.$$

Si donc $r \geqq b$ et $f > \frac{k^2 + a^2}{ab}$, on ne peut négliger $\frac{d^2 z}{dt^2}$ sans trouver pour N une valeur négative. Mais il n'en est plus de même dès que $\frac{d^2 z}{dt^2}$ surpasse $g + \omega^2(r - b)$.

Nous pouvons serrer la question de plus près en admettant que $\frac{z}{\mathrm{N}}$ soit égal à une

constante λ. Considérons un intervalle de temps assez court pour que les variations de a et b soient négligeables et prenons, pour simplifier, le cas où $b = r$. En posant

$$s^2 = \frac{fab - k^2 - a^2}{\lambda k^2},$$

et remarquant qu'à l'instant initial N est nul ainsi que sa dérivée, on trouve

$$N = \frac{g}{2\lambda s^2}(e^{st} + e^{-st} - 2),$$

valeur positive et très rapidement croissante. Il en résulte, d'après les formules (1), que u diminue et ω augmente très vite. La vitesse de glissement $w = u - b\omega$ est donc presque subitement anéante.

L'élasticité de la planche permet par conséquent de conserver la loi de Coulomb.

D'ailleurs il ne faut pas croire qu'avec les solides naturels f atteint instantanément sa valeur maximum. Au moment où les corps commencent à se frôler, les aspérités des deux surfaces s'accrochent mutuellement; la couche extérieure de chaque corps éprouve, par rapport aux couches profondes, un déplacement progressif, proportionnel à chaque instant à la force tangentielle, et c'est seulement quand le déplacement a acquis une certaine valeur que le glissement relatif devient possible. M. Bailby, en Angleterre, MM. Osmond et Cartaud, en France, ont trouvé expérimentalement que, même dans le cas de métaux polis avec le plus grand soin, les surfaces manifestent ce genre d'entraînement. Il y a donc une période préparatoire pendant laquelle f croît à partir de zéro, et nous allons voir que cette circonstance suffirait, à elle seule, pour écarter les incompatibilités résultant de la loi de Coulomb.

A l'instant initial il n'y a pas encore de frottement et les formules donnent pour N une valeur positive. Si N, pour la valeur maximum de f, est encore positif, il n'y a aucune difficulté. Si au contraire la valeur finale de N apparaît comme négative, c'est qu'il y a eu un instant intermédiaire pour lequel cette quantité a changé de signe. N a donc passé par zéro ou l'infini. Dans le premier cas, le contact cesse à l'instant où $N = 0$. Dans le second, N se présente sous la forme $\frac{n}{\varphi - f}$, n et φ étant des quantités finies; à mesure que f se rapproche de φ, la réaction tangentielle $\frac{fn}{\varphi - f}$ augmente indéfiniment, et elle ne permet pas au glissement de prendre naissance.

Reprenons à ce point de vue l'exemple précédent, en négligeant cette fois l'enfonce-

ment z, et regardant le disque comme formé d'un noyau rigide recouvert d'une couche infiniment mince qui se déplace par rapport à lui et demeure, au début, adhérente à la planche. La vitesse w du déplacement relatif vérifie la relation

$$\frac{dw}{dt} = -g\frac{f(k^2+b^2)-ab}{k^2+a^2-fab} - \omega^2 a.$$

Par conséquent, avant même que f arrive à la valeur $\frac{ab}{k^2+b^2}$, évidemment inférieure à $\frac{k^2+a^2}{ab}$, w est décroissant.

A mesure que f se rapproche de cette dernière limite, la décroissance de w devient de plus en plus rapide, et, en aucun cas, f ne peut atteindre $\frac{k^2+a^2}{ab}$, car toute tendance au glissement est supprimée auparavant.

En résumé, je suis loin de soutenir l'exactitude de la loi de Coulomb; je pense même qu'elle ne constitue qu'une règle empirique assez grossière; mais les difficultés théoriques qu'elle semble entraîner tiennent uniquement à ce qu'on fait abstraction de l'élasticité des solides naturels : elles sont donc du même ordre que celles qu'on rencontre en étudiant le choc de corps parfaitement polis.

MÉCANIQUE. — *Oscillation des véhicules de chemin de fer sur leurs ressorts de suspension.* Note de M. **Georges Marié**, présentée par M. Léauté.

L'étude des oscillations des véhicules de chemin de fer présente un grand intérêt, d'abord à cause des déraillements occasionnés par des oscillations exagérées, ensuite au point de vue de l'action fâcheuse des secousses pour les voyageurs, le matériel et la voie.

Cette étude prend de jour en jour une importance plus grande, à mesure qu'on tend à augmenter la vitesse des trains rapides. Ces oscillations sont causées, soit par les défauts du matériel, soit par ceux de la voie.

Elles ont été étudiées par des ingénieurs d'un grand talent; il faut citer notamment les travaux de MM. Phillips, Le Chatelier, Yvon Villarceau, Vicaire, Pochet, Nadal, etc., ainsi que les expériences scientifiques de MM. Coüard, Sabouret, etc. Dans ces travaux, on s'est d'abord attaché à étudier les oscillations occasionnées par le matériel; mais, depuis quelques années, on se préoccupe davantage des oscillations occasionnées par la voie. Parmi ces oscillations, on a étudié, notamment, celles qui sont dues aux dénivellations périodiques verticales se produisant à chaque rail. Le plus

souvent les joints des deux files de rails sont concordants, c'est-à-dire situés en face l'un de l'autre; il en résulte que ces dénivellations périodiques produisent leur effet à la fois sur les deux roues d'un même essieu, et donnent lieu à des oscillations verticales simultanées, quand les oscillations horizontales ne viennent pas les compliquer. On a pensé que ces oscillations verticales devaient être forcément divergentes et par conséquent dangereuses, quand il y a synchronisme entre le temps que le véhicule met à parcourir la longueur d'un rail et la durée de son oscillation naturelle sur ses ressorts; on en a conclu qu'il fallait empêcher les véhicules de circuler à cette vitesse spéciale qu'on a appelée *vitesse critique*.

J'ai étudié cette question en 1901 (¹) et j'ai constaté qu'elle avait une grande analogie avec celle des régulateurs de vitesse. Il est impossible d'empêcher les véhicules de circuler parfois à leur vitesse critique qui correspond souvent aux vitesses les plus usuelles; mais les oscillations divergentes qui semblent résulter de la théorie ne se produisent pas, en général, dans la pratique, à cause des frottements des lames de ressorts, des attaches et des guidages dont les calculs n'avaient pas tenu compte. Il y a là une grande analogie avec l'amortissement des oscillations des régulateurs par les frottements ou les freins à l'huile. Cependant des oscillations divergentes peuvent se produire dans certains cas et être la source de dangers redoutables; d'où la nécessité d'examiner la question de très près. J'ai donc été amené à rechercher la condition de convergence des oscillations des véhicules de chemins de fer sur leurs ressorts, à la vitesse critique, qui est la plus défavorable; j'ai fait, dans ce but, une étude de ces oscillations par des procédés graphiques, dans un cas théorique simple, et je suis arrivé à établir, dans le Mémoire de 1901, la formule suivante qui donne la condition de convergence :

$$h \leqq 2fa,$$

h est la dénivellation périodique maxima de la voie ($0^m,004$ environ);

f, le frottement relatif du ressort, ou rapport constant de la somme des frottements des lames de ressort, des guidages, etc., à la valeur correspondante de l'effort du ressort, ces frottements étant rapportés au même chemin parcouru que l'effort du ressort lui-même (0,02 à 0,06 suivant les ressorts);

a, la flèche du ressort sous la charge immobile ($0^m,03$ à $0^m,25$ suivant les cas).

Puis j'ai montré que cette formule, établie pour un cas théorique simple, pouvait s'appliquer le plus souvent, dans la pratique des chemins de fer, et donner une condition de convergence des oscillations du véhicule, pour le cas qui nous occupe.

Cette formule montre :

1° Qu'on doit employer une voie aussi rigide que possible pour diminner la valeur de h;

(¹) Pli cacheté déposé à l'Académie dans la séance du 1ᵉʳ avril.

2° Qu'il faut avoir des ressorts ayant une grande flexibilité et, en même temps, un frottement relatif assez élevé;

3° Que, si la condition ci-dessus est réalisée, le véhicule n'aura pas d'oscillations divergentes verticales, quelle que soit la vitesse.

J'ai appliqué cette formule à un certain nombre de véhicules de chemins de fer, locomotives, tenders, voitures, fourgons; j'ai constaté que la condition de convergence était réalisée, dans la grande majorité des cas, mais que, cependant, certains véhicules défectueux ne la remplissaient pas et pouvaient être voués, dans certains cas, aux oscillations divergentes. J'ai indiqué divers procédés graphiques qui permettent de se rendre compte de l'amplitude des oscillations successives, de leur durée, etc.

Je dois ajouter que les oscillations en question ne sont pas les seules à considérer; il y en a d'autres, parfois dangereuses, qui imposent souvent une limite à la vitesse.

Depuis que j'ai établi la formule de convergence rappelée plus haut, il s'est produit, dans la pratique, des faits qui concordent avec elle; tout d'abord, dans l'industrie des automobiles, on a mis en relief l'avantage pratique des ressorts munis de frottements additionnels; d'autre part, en Allemagne, il a été fait des expériences de traction électrique sur une ligne spéciale, jusqu'à la vitesse de 210^{km} à l'heure; ces expériences montrent que les véhicules de chemins de fer bien établis ne sont pas soumis à des oscillations divergentes dues aux dénivellations verticales de la voie, même à ces énormes vitesses.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion.* Note de M. **Driencourt**, présentée par M. Guyou.

Dans une Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie récemment « Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'*astrolabe à prisme* de M. Claude », j'ai donné les latitudes déduites des observations que nous avons faites avec cet instrument, M. Cot et moi, durant notre campagne hydrographique de 1903-1904 sur les côtes de Madagascar. Il me reste à indiquer le procédé que nous avons employé pour calculer, au moyen des états tirés de ces mêmes observations, les différences en longitude de Nosy-Maroantaly (côte ouest de Madagascar) et du Port des Galets (Réunion) avec le mât de pavillon d'Hellville (Nossi-Bé) qui est notre méridien fondamental dans cette région et à donner les résultats obtenus.

I. Différence : *Nosy-Maroantaly (pointe nord) — Mât de pavillon d'Hellville.* — Nous avons transporté le temps entre Nosy-Maroantaly, le sommet le plus sud de la triangulation des abords du nouveau Maintirano, et nos divers centres de ravitaille-

ment, Nossi-Bé, Majunga et Diégo qui sont reliés entre eux par la triangulation de la côte nord-ouest. Nous disposions de 4 chronomètres et 4 compteurs et nous avons réussi à faire 7 transports de temps, 4 à l'aller vers Maroantaly et 3 au retour.

Les faibles variations de température de l'armoire des montres dans le cours de chaque traversée ont été trop brusques pour qu'il ait paru possible d'évaluer leurs effets et d'en corriger les états. Du reste la méthode employée pour obtenir les marches moyennes pendant les transports tient compte de l'influence de toutes les causes qui peuvent modifier une marche. Elle consiste à tracer la courbe de marche absolue de chaque chronomètre pour la période entière des transports de temps au moyen des deux graphiques qui représentent la suite des marches moyennes entre deux états consécutifs obtenus au même point ou en divers points dont la différence de longitude est connue exactement. La courbe de marche absolue est tracée de manière que les aires situées au-dessus et au-dessous de chaque marche moyenne soient équivalentes.

Les 56 valeurs obtenues pour la différence de longitude présentent une concordance remarquable surtout si l'on tient compte de l'installation défectueuse des chronomètres à bord de la *Nièvre* et de la durée de certains transports qui a été de 8 jours pour deux d'entre eux et de 11 jours pour le dernier.

Voici les résultats fournis par trois instruments :

	Moyenne des 7 valeurs.	Écart maximum des 7 valeurs.
	m s	s
Chronomètre 771 Leroy............	17.24,46	0,44
» 55 Berthoud	24,44	0,76
Compteur 1495 Delépine...........	17.24,29	0,70

Leur moyenne $17^m 24^s,40$ coïncide avec la moyenne générale des 56 valeurs.

Le chronomètre 483 Winnerl, dont les huiles étaient vieilles et dont la courbe de marche indique une forte accélération, donne 1^s d'écart avec la moyenne générale. Le chronomètre 434 Jacob, après avoir eu une marche assez capricieuse au début, a pris, à l'approche de la saison des pluies pendant laquelle la température est plus constante, une marche d'une régularité remarquable. Il a donné dans les 3 dernières traversées : $17^m 24^s,46$, $17^m 24^s,40$ et $17^m 24^s,39$.

Enfin, des 3 compteurs qui restent, le 242 Jacob, quoique sujet à des sauts, a donné $17^m 24^s,95$, chiffre supérieur de $0^s,55$ seulement à la moyenne générale; le sidéral 495 Dumas et le moyen 803 Leroy qui servaient, le premier, pour les observations de nuit, le second, pour celles de jour, ont donné respectivement $17^m 24^s,14$ et $17^m 25^s,77$, chiffres encore très acceptables étant donnés les nombreux déplacements et les variations brusques de température qu'ils ont subis.

Si l'on examine maintenant les résultats moyens par traversée, on trouve $0^s,69$ comme écart maximum des 7 valeurs; les plus éloignées de la moyenne générale, $17^m 24^s,01$ et $17^m 24^s,08$ proviennent de la première et de la dernière traversée pour lesquelles le tracé des courbes de marche absolue est plus indéterminé.

Nous avons adopté le chiffre moyen $17^m 24^s,4$ et nous estimons qu'il est exact à $0^s,1$ près.

Cette précision est rarement obtenue avec des transports de temps et c'est pourquoi je crois devoir la signaler. Je l'attribue : d'une part, à la précision des états déterminés avec l'astrolabe à prisme; d'autre part, à la méthode que nous avons employée pour avoir les marches durant le transport. Le tracé des courbes de marche absolue ne suppose qu'une certaine continuité de la marche, hypothèse d'autant plus admissible que l'examen des courbes de marche relative permet, lorsqu'on dispose d'un certain nombre de chronomètres, de découvrir les sauts et de les éliminer; il présente d'autant moins d'incertitude que le nombre des marches moyennes, et par conséquent des conditions à satisfaire, est plus grand. Le procédé s'applique surtout aux cas comme celui qu'on vient de voir où, ayant eu à effectuer une série de traversées entre les deux points dont on veut obtenir la différence de longitude, on a observé au moins un état avant et un après chaque traversée.

II. Différence : *Mât de signaux du Port des Galets — Mât de pavillon d'Hellville.* — Dans notre voyage à la Réunion, nous avons transporté le temps entre Diégo et le Port des Galets à l'aller et au retour. Ici, nous n'avons que 2 marches moyennes, l'une à la Réunion, l'autre pendant la période entière des transports de temps; aussi le tracé des courbes de marche absolue par le procédé indiqué plus haut ne laisse pas de présenter beaucoup d'indécision. Néanmoins les résultats fournis par les 4 chronomètres et 2 compteurs s'écartent assez peu et nous aurions adopté la moyenne pondérée des 12 valeurs si nous n'avions eu la bonne fortune de posséder le chronomètre 434 Jacob, dont la marche durant 8 mois n'a présenté que des variations insignifiantes. Voici, en particulier, ses marches moyennes avant, pendant et après cette période de transport de temps :

Du 5 janvier au 27 mars 1904 ...	$+2^s,92$	Régime de mer avec quelques interruptions assez courtes jusqu'à l'arrivée à Diégo, le 25 février; régime de rade du 25 février au 27 mars.
Du 27 mars au 19 avril 1904.....	+2,94	13 jours de rade, 10 jours de mer.
Du 11 avril au 12 avril »	+2,91	Dans le Port des Galets.
Du 19 avril au 24 avril »	+3,00	En rade de Diégo; commencement de la mousson.

Déjà ce chronomètre s'était conduit d'une façon très remarquable dans les trois dernières traversées entre la côte nord-ouest et Nosy-Maroantaly, comme on l'a vu plus haut. Devant une pareille constance de marche et nous basant sur cette expérience antérieure, nous n'avons pas hésité à adopter, à l'exclusion de tous les autres, le résultat fourni par le 434 Jacob qui est le même à l'aller et au retour, en raison de ce

que les marches moyennes à la Réunion et dans le cours du voyage sont presque identiques. Nous avons obtenu ainsi pour la longitude du mât de signaux du Port des Galets par rapport au pilier méridien d'Antsirana : $23^m 56^s,7$ E.; et nous pensons que ce résultat est exact à moins d'une demi-seconde de temps. On en déduit, pour la longitude du mât de signaux du Port des Galets par rapport au mât de pavillon d'Hellville : $27^m 58^s,8$ E.

On remarquera que les deux états déterminés à la Réunion à 24 heures d'intervalle avec l'astrolabe à prisme nous ont donné à $0^s,03$ près la marche moyenne du 434 Jacob durant le voyage. Si l'on admet, ce qui est assez plausible, que la marche du chronomètre a été à très peu près constante pendant tout le voyage, on a là un exemple de la précision avec laquelle l'instrument de M. Claude permet de déterminer l'heure.

PHYSIQUE. — *Sur quelques densités de gaz et la précision qu'elles comportent.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Moissan.

Diverses Communications récentes ou quasi récentes relatives aux densités de gaz m'engagent à revenir sur quelques-uns des résultats obtenus par moi-même il y a quelques années, et sur la précision qu'il semble illusoire de vouloir dépasser, et que je crois avoir atteinte dans la plupart des cas.

I. J'extrais d'abord de mon Tableau des densités par rapport à l'air [1] renfermant $\frac{232}{1000}$ de son poids d'oxygène, et dans les conditions normales, les nombres suivants :

	Densité	
Gaz.	expérimentale.	calculée.
Az^2O	1,5301	1,5302
SO^2	2,2639	2,2639
Cl	2,491	2,4918
CH^4	»	0,5545

Pour un certain nombre de gaz qui ne figurent pas dans cet extrait, faciles à préparer à l'état de pureté et difficiles à liquéfier, j'ai cru pouvoir affirmer que l'erreur relative de la densité était inférieure à $\frac{1}{10000}$. De fait, je me suis trouvé d'accord avec Lord Rayleigh, pour quelques-uns à $\frac{1}{20000}$ près, et je suis porté à croire que cette coïncidence n'est pas fortuite.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e sér., t. XV, 1898, p. 94.

Mais pour d'autres gaz, au contraire, j'ai fait des réserves sur la possibilité d'atteindre la précision du dix-millième. C'est ainsi que :

1° J'ai donné la densité de Az^2O comme exacte à $\pm 0,0002$ près seulement, à cause surtout de la difficulté de sa préparation à l'état de pureté;

2° Bien que tous mes résultats partiels relatifs à SO^2 fussent compris entre 2,2638 et 2,2641, j'ai indiqué que le résultat moyen pouvait fort bien comporter une erreur d'un dix-millième, c'est-à-dire $> 0,0002$, à cause de la condensation de ce gaz sur les parois;

3° Pour le chlore, j'ai supprimé la quatrième décimale à cause de l'incertitude que comporte la correction relative aux impuretés.

D'autre part je considère les densités *calculées* par la méthode exposée dans mon Mémoire comme équivalentes, en général, aux densités expérimentales fournies par les meilleures méthodes, et plus certaines lorsque la préparation des gaz à l'état de pureté présente des difficultés particulières.

II. Cette opinion se trouve pleinement confirmée par les nombres récemment obtenus par MM. Moissan et Chavanne (1) pour le formène pur

0,5540 et 0,5554.

Ma densité calculée, 0,5545, que je considère comme exacte à moins de 0,0001 près, se place entre ces deux nombres, et coïncide presque avec leur moyenne, tandis que M. Schlœsing fils avait retrouvé le nombre de Thomson : 0,558.

III. En ce qui concerne le chlore, MM. Moissan et Binet du Jassoneix (2), après avoir obtenu successivement des nombres compris entre 2,335 et 2,509 (ce qui suffit à donner une idée des difficultés rencontrées), ont pu resserrer d'abord les résultats entre 2,486 et 2,494, et obtenir enfin les deux nombres encore plus rapprochés 2,488 et 2,492, entre lesquels se trouve de nouveau compris mon propre résultat : $2,491 \pm 0,001$.

Cependant, d'une part, aucun de mes résultats partiels (dont l'écart est quatre fois plus faible) ne s'est trouvé inférieur, toutes corrections faites, à 2,490, et la moyenne de ma deuxième série, que je considère comme la meilleure, est 2,4907.

D'autre part, si l'on tient compte de ce que, vraisemblablement, les impuretés sont, en moyenne, plus légères que le chlore, on est porté à considérer la moyenne arithmétique des résultats partiels comme une limite inférieure de la densité du gaz pur.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 408.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1198.

Pour ces motifs, je persiste à croire que la moyenne 2,490 de MM. Moissan et Binet du Jassoneix est approchée par défaut, et que la densité du chlore pur est très voisine de ma densité calculée 2,4918.

IV. La densité de l'oxyde azoteux a été reprise par MM. Ph. Guye et Pintza (¹), qui ont trouvé un nombre inférieur au mien de moins de $\frac{1}{13000}$. Il faut considérer cet écart comme insignifiant et inférieur à l'erreur possible d'une semblable détermination. Mais, malgré cette concordance et pour les mêmes raisons que ci-dessus, je suis porté à croire que mon nombre, et *a fortiori* celui de MM. Guye et Pintza sont approchés par défaut.

V. Enfin, MM. Jacquerod et Pintza (²) ont repris aussi la densité de l'anhydride sulfureux. Ils constatent que leur nombre diffère du mien d'*un cinquante millième!*

Je suis très heureux d'une aussi *parfaite concordance;* mais je la considère comme *fortuite,* la densité d'aucun gaz, et *a fortiori* celle de l'anhydride sulfureux, ne pouvant, à mon avis, être déterminée avec cette précision.

PHYSIQUE. — *Action du bromure de radium sur la résistance électrique des métaux.* Note de M. **Bronislas Sabat**, présentée par M. Becquerel.

Grâce à la grande obligeance de M. Curie, qui a mis toutes les ressources dont j'avais besoin à ma disposition, j'ai fait un grand nombre d'expériences relatives à l'action des rayons du radium sur la résistance électrique de différents métaux comme le cuivre, le fer, l'acier, le platine, le laiton, le maillechort et le bismuth.

Pour mesurer des résistances je me suis servi d'un dispositif avec un pont Wheatstone-Kirchhoff et un galvanomètre à miroir suffisamment sensible.

M. Curie a mis à ma disposition la plus forte préparation de radium de son laboratoire, c'est-à-dire $0^{g},2$ de bromure de radium pur enfermé dans une ampoule en verre à paroi mince.

Les résistances des différents fils métalliques (épaisseur des fils $0^{mm},1$-1^{mm}) étaient enroulées sur des tubes de papier mince (diamètre du tube $0^{cm},6$), et la bobine soumise à l'action du rayonnement du radium en plaçant l'ampoule contenant le radium dans l'intérieur du tube.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXXIX, p. 679.
(²) *Comptes rendus,* t. CXXXIX, p. 129.

Pour mesurer l'action des rayons du radium sur la résistance du bismuth, j'ai employé une spirale de bismuth comprise entre deux lames minces de mica. L'épaisseur du disque, composé de deux lames de mica et de la spirale de bismuth qui y était intercalée, était de $0^{mm},7$. La spirale de bismuth était soumise à l'influence des rayons du radium en mettant l'ampoule contenant le bromure de radium sur le disque de mica placé horizontalement et recouvert d'une feuille de papier mince.

Toutes les expériences ont été disposées de telle façon que les fils métalliques ont été soumis à l'action d'une partie considérable des rayons β et γ émis par le bromure de radium.

Dans les expériences où les fils métalliques étaient soumis à l'action du radium pendant un temps plus long, on ne pouvait pas éviter une communication de chaleur aux fils métalliques par le radium. Je me suis convaincu, par différentes expériences comparatives, que les élévations de température des fils des bobines et de la spirale de bismuth, produites par la communication directe de la chaleur émise par le radium, pouvaient être au maximum $0^{\circ},3$ à $0^{\circ},4$ C.

Les tableaux suivants contiennent quelques-uns des résultats obtenus :

Résistance (r) d'un fil de fer (épaisseur du fil : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à $16^{\circ},8$ C	4,640
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	4,659
r après 5 minutes d'exposition	4,676
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	4,664
r » 3 minutes après avoir éloigné le radium	4,644

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},036$, ce qui fait 0,776 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 1^{\circ},62$ C.

[Coefficient de température du fer : $a = 0,0048$ (Preece).]

Résistance (r) d'un fil de platine (épaisseur du fil : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à $16^{\circ},1$ C	8,180
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	8,188
r après 6 minutes d'exposition	8,201
r » 1 minute après avoir éloigné le radium	8,190
r » 5 minutes après avoir éloigné le radium	8,181

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},021$, ce qui fait 0,257 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température : $\Delta t = 0^{\circ},71$ C.

[Coefficient de température du platine : $a = 0,00365$ (Matthiessen).]

Résistance (r) d'un fil de maillechort (épaisseur du fil : $0^{mm},1$).

	ohms
Résistance initiale à $16^{\circ},5$ C	6,544
r immédiatement après avoir soumis la bobine à l'action du radium	6,546
r après 5 minutes d'exposition	6,550
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	6,548
r » 3 minutes après avoir éloigné le radium	6,545

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},006$, ce qui fait 0,092 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 2^{\circ},56$ C.

[Coefficient de température du maillechort : $a = 0,00036$ (Matthiessen).]

Résistance (r) de la spirale de bismuth.

	ohms
Résistance initiale à 16° C	25,018
r immédiatement après avoir soumis la spirale à l'action du radium	25,045
r après 5 minutes d'exposition	25,089
r » 30 secondes après avoir éloigné le radium	25,051
r » 4 minutes après avoir éloigné le radium	25,021

Maximum de variation de la résistance : $\Delta r = 0^{ohm},071$, ce qui fait 0,284 pour 100 de résistance initiale et correspondrait à une élévation de température $\Delta t = 0^{\circ},8$ C.

[Coefficient de température du bismuth : $a = 0,00357$ (Matthiessen).]

Les valeurs et les variations des résistances des différents fils métalliques

semblent dépendre de plusieurs conditions des expériences, telles que : dimensions du fil, pouvoir absorbant pour les rayons Becquerel, chaleur spécifique et conductibilité thermique, coefficient de température de résistance électrique du métal, etc.

D'après un grand nombre de Tableaux semblables aux précédents, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Le bromure de radium, placé à proximité de fils métalliques tels que le bismuth, le fer, l'acier, le cuivre, le platine, le laiton, le maillechort, augmente leur résistance électrique;

2° Une certaine augmentation de résistance des métaux se produit déjà immédiatement après les avoir soumis à l'action des radiations du radium, c'est-à-dire quand la température des métaux ne peut pas encore être élevée d'une façon perceptible par la communication directe de la chaleur émise par le radium. Lorsqu'on maintient le radium pendant un temps plus long à proximité des fils métalliques, leur résistance augmente jusqu'à une valeur à peu près constante; lorsqu'on éloigne le radium, les métaux reprennent lentement la résistance primitive.

3° La variation de la résistance va jusqu'à une valeur quelquefois plus grande que celle qui pourrait être produite par la communication directe de la chaleur aux fils métalliques par le radium.

4° En me basant sur les points précédents (1°, 2°, 3°) je conclus que les métaux absorbant les rayons Becquerel et principalement (dans mes expériences) les rayons β, transforment une partie de l'énergie de ce rayonnement en énergie calorifique qui, élevant la température des métaux, augmente leur résistance électrique.

Cette conclusion est d'accord avec nos idées sur les rayons β, parce qu'il est plus que probable que les électrons de ces rayons, qui possèdent une grande énergie cinétique, en frappant les molécules des métaux, élèvent leur température ainsi que le font les rayons cathodiques, auxquels les rayons β sont analogues. Les rayons β en frappant les métaux élèvent leur température beaucoup moins que les rayons cathodiques, parce que le pouvoir absorbant des métaux pour les rayons β est moindre que celui pour les rayons cathodiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes.* Note de M. **Pierre Massoulier**, présentée par M. J. Violle.

De nombreuses recherches ont déjà été entreprises sur l'ionisation dans les flammes par divers expérimentateurs, notamment par H.-A. Wilson, Marx, Moreau (¹); mais, outre que les flammes pures ont été souvent délaissées au profit de flammes contenant des vapeurs salines, les conditions dans lesquelles ont été faites les expériences rendent parfois difficile l'interprétation des résultats obtenus. Par exemple, dans les expériences de H.-A. Wilson et Marx, les électrodes sont des toiles de platine horizontales disposées l'une au-dessus de l'autre dans la flamme; la vitesse du courant gazeux ascendant, de même ordre de grandeur que la vitesse de déplacement des ions, introduit une dissymétrie considérable, exagérée par la différence de température aux électrodes, l'électrode la plus élevée étant nécessairement moins chaude. Cette dissymétrie est mise en évidence par les résultats différents obtenus quand on renverse le champ : en particulier les courbes de répartition du champ changent complètement d'aspect et les écarts entre les résultats obtenus par H.-A. Wilson et Marx peuvent, en grande partie, s'expliquer par des considérations de cet ordre.

Les résultats sont beaucoup plus réguliers quand on emploie des électrodes verticales disposées symétriquement dans la flamme. Celles-ci sont alors, à très peu près, à la même température et dans les mêmes conditions et le renversement du champ n'altère plus du tout l'allure des phénomènes.

I. Les électrodes étaient à 2^{cm} au-dessus du bec, de 10^{mm} ou de 16^{mm} de diamètre, portant à son extrémité une toile métallique en cuivre. J'ai employé soit une grande flamme blanche, éclairante, contenant des particules de carbone incandescent, soit une flamme bleue sans particules de carbone mais sans cône, soit enfin une flamme très chaude avec un cône vert de 5^{mm} de hauteur. Dans ces diverses conditions, avec des différences de potentiel de 2, 4, 88, 880 volts, alors que la distance des électrodes variait de 1^{mm} à 10^{mm}, 12^{mm} et même 24^{mm}, l'intensité du courant recueilli s'est montrée sensiblement indépendante de cette distance :

Flamme blanche.	Écartement :	2^{mm}	4^{mm}	8^{mm}	12^{mm}	16^{mm}	20^{mm}	24^{mm}
F. E. M. = 88 volts.	Courant :	30	27	53	65	46	35	19
F. E. M. = 880 volts.	»	152	170	230	275	219	176	96

(¹) H.-A. Wilson, *Phil. Trans.*, A., t. CXCII, 1899, p. 499. — Marx, *Annalen der Physik*, t. II, 1900, p. 768. — Moreau, *Annales de Phys. et Chimie*, 7ᵉ série, t. XXX, 1903, p. 1.

Flamme bleue.	Écartement :	10mm	8mm	6mm	4mm	2mm	1mm	5mm	10mm
F. E. M. = 2 volts.	Courant :	97	103	100	98	90	89	99	104
F. E. M. = 88 volts.	»	21	21	23	25	20	19	24	20,5

Enfin avec la flamme très chaude présentant un cône vert et une différence de potentiel de 88 volts, la déviation du galvanomètre ([1]) s'est maintenue entre 3 ou 4 divisions alors que la distance des électrodes variait de 1mm à 12mm.

Comme on le voit, les variations d'intensité du courant n'ont rien de bien systématique et doivent plutôt être attribuées au manque d'homogénéité de la flamme que décèlent les changements de couleur des électrodes quand on les déplace depuis le centre jusqu'au bord. Or le professeur J.-J. Thomson ([2]) a montré que, dans le cas d'une ionisation superficielle qui serait due aux lames de platine à température et à différence de potentiel constantes, quand on est assez loin de la saturation, le courant doit être inversement proportionnel au cube de la distance des électrodes.

Remarquons que, quand on remplace la flamme bleue formée de gaz en combustion par la flamme à cône, plus chaude, mais formée de gaz presque complètement brûlés, toutes les autres conditions restant les mêmes, la déviation du galvanomètre passe de 20 à 4, ce qui montre, comme je l'ai indiqué dans une Note précédente ([3]), que l'ionisation intense dont les flammes sont le siège dépend non seulement de leur température, mais des réactions qui s'y produisent.

II. Si l'ionisation est réellement un phénomène de volume, la quantité d'ions libérés par seconde est proportionnelle à la distance des électrodes. Si l'on pouvait obtenir les courants de saturation, ils devraient donc être proportionnels à cette distance. L'expérience montre que cette loi de proportionnalité ne se vérifie pas, mais nous savons déjà qu'on ne peut pas obtenir, dans les flammes, de véritable courant de saturation; d'autre part, l'étude de la répartition du champ permet d'élucider complètement la question : les résultats sont représentés par les courbes ci-contre.

Avec des différences de potentiel de 2 ou 4 volts et des électrodes à 8mm ou 10mm l'une de l'autre, le champ est tout entier localisé au voisinage immédiat des électrodes dans des couches qui n'ont pas plus de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur chacune. Dans presque tout l'espace compris entre les électrodes, le champ est insignifiant, de sorte que les ions produits dans cette région ne peuvent pas augmenter l'intensité du courant; la recombinaison y équilibre à peu près la production et l'état électrique y est sensi-

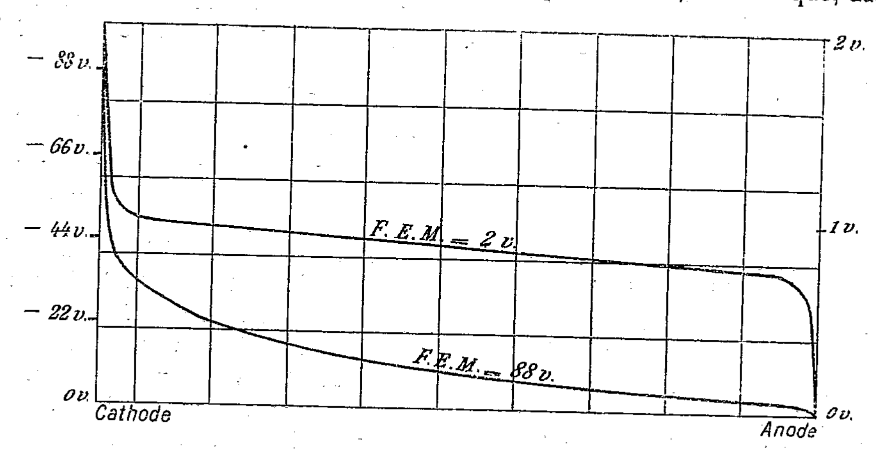
([1]) Une division de l'échelle vaut 2×10^{-9} ou $3,4 \times 10^{-8}$, suivant qu'on opère avec 2 ou avec 88 volts.

([2]) J.-J. Thomson, *Conduction of electricity through gases*, p. 175.

([3]) *Comptes rendus*, 23 janvier 1905.

blement le même qu'en l'absence de toute différence de potentiel appliquée aux électrodes. Il est donc indifférent que l'épaisseur de cette région soit 0^{mm} ou 10^{mm}.

Avec des différences de potentiel beaucoup plus élevées, de 88 volts par exemple, la chute de potentiel à l'anode est relativement faible, de l'ordre de 3 volts, mais à la cathode, elle est énorme, de l'ordre de 52 volts sur $\frac{1}{2}$ millimètre, de sorte que, dans la



région centrale, le champ est encore ou nul ou faible. Ainsi que la théorie d'une ionisation en volume permet de le prévoir, on ne peut donc pas appliquer effectivement un champ intense à cette région centrale dont l'épaisseur ne doit, par conséquent, pas avoir d'effet marqué sur le courant recueilli.

La dissymétrie constatée entre la cathode et l'anode tient à la différence des mobilités des ions qui croît avec la température, et le fait que de pareilles chutes de potentiel se produisent aux électrodes ne doit pas nous étonner, car l'ionisation dans les flammes est extrêmement intense : les résultats que j'ai obtenus permettent de calculer que chaque centimètre cube de la région centrale renferme au moins 10^{10} ions de chaque signe.

RADIOLOGIE. — *Variations de l'étincelle équivalente du tube à rayons* X. Note de M. S. **Turchini**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait toute l'importance que présente en radiologie la connaissance de l'étincelle équivalente d'un tube à rayons X. En faisant des radiographies au radiochromomètre de Benoist, on a pu s'assurer que, si un tube a même étincelle équivalente, le degré du radiochromomètre est toujours le même. Cette donnée nous renseigne donc d'une façon très précise sur la nature des rayons émis.

J'ai cru intéressant d'étudier systématiquement les diverses conditions

suivant lesquelles elle varie, et j'ai vu que les constantes électriques du circuit, intensité, bobine employée, et fréquence de l'interrupteur avaient une influence très grande sur cette variation.

La bobine était actionnée par l'interrupteur-turbine à mercure; dans le circuit du tube était intercalé un milliampèremètre, dont l'un des pôles était à la terre pour éviter les effets électrostatiques.

J'ai opéré avec des fréquences mesurées de la façon suivante :

Sur l'axe de l'interrupteur-turbine avait été adapté un disque stroboscopique formé de quatre couronnes présentant des secteurs équidistants et égaux, alternativement blancs et noirs. La couronne du centre avait deux secteurs, la suivante quatre, la troisième huit, et la quatrième seize.

Le disque stroboscopique était éclairé par une étincelle de haute fréquence, produite par une petite bobine auxiliaire, actionnée au moyen de l'interrupteur à diapason de Villard, donnant quarante-deux interruptions par seconde. On avait ainsi quarante-deux trains d'ondes par seconde, ce qui permettait de mesurer facilement quatre fréquences de l'interrupteur, et de s'assurer à tout instant de la constance de la vitesse, en vérifiant si l'immobilité apparente des couronnes du disque stroboscopique persistait.

J'ai pu ainsi déterminer les variations de l'étincelle équivalente en fonction : 1° de l'intensité; 2° de la bobine employée; 3° de la fréquence de l'interrupteur.

Variations de l'étincelle équivalente en fonction de l'intensité. — On sait depuis longtemps qu'en augmentant l'intensité au primaire d'une bobine d'induction, l'étincelle équivalente du tube à rayons X augmente, mais aucune détermination un peu précise n'a été faite à ce sujet, et ne pouvait être faite utilement, car on ne savait pas quelle était l'intensité du courant qui circulait dans le tube, qui seule est importante à connaître. L'emploi du milliampèremètre, fait pour la première fois par M. Gaiffe, a rendu le travail facile.

On obtient ainsi :

Intensités.	Étincelles équivalentes.
	cm
0,3 mA	4,5
0,5 »	7,0
0,8 »	9,25
1,0 »	10,5

On voit que l'étincelle équivalente croît plus vite que l'intensité.

Variations de l'étincelle équivalente avec deux bobines différentes. — Je me suis adressé pour cette étude à deux bobines : l'une de 25^{cm} d'étincelle et l'autre de 45^{cm}. Toutes les deux étaient actionnées par l'interrupteur-turbine à mercure, donnant dans une première expérience 63 interruptions par seconde, et dans une seconde 31 interruptions. Dans l'un et l'autre cas, pour l'une et l'autre bobine, l'intensité au secondaire a été de 0,4 milliampère.

Voici les nombres obtenus :

63 *interruptions par seconde.*	Étincelles.	31 *interruptions par seconde.*	Étincelles.
Petite bobine	9cm	Petite bobine	12cm
Grosse bobine	7	Grosse bobine	7,5

Toutes choses égales d'ailleurs, l'étincelle équivalente d'un tube excité par une bobine à grosse self est plus faible que lorsqu'il est excité par une bobine à petite self, et la différence s'accentue à mesure que la fréquence de l'interrupteur devient plus basse.

Variations de l'étincelle équivalente en fonction de la fréquence de l'interrupteur. — Les fréquences ont été de 15, 31, 63 et 126 interruptions par seconde; l'intensité au secondaire était de 0,5 milliampère.

Fréquences.	Étincelles équivalentes.
15 par seconde	8cm
31 »	6,5
63 »	4
126 »	2,5

En traçant la courbe de cette variation on verrait que l'étincelle équivalente tend vers une limite à mesure que la fréquence augmente.

Autres causes de variation de l'étincelle équivalente. — Pour les déterminations précédentes, le tube à rayons X était placé à une certaine distance de l'excitateur qui servait à mesurer son étincelle équivalente.

M. Guillaume m'a fait remarquer que, par suite de phénomènes d'antenne, l'étincelle pourrait bien ne pas être la même si le tube était placé tout contre l'excitateur. Des mesures faites dans les deux cas, toutes choses égales d'ailleurs, ont montré que l'étincelle étant de 12^{cm}, quand le tube était placé à grande distance de l'excitateur, n'était plus que de 11^{cm} quand il était tout contre. La différence est donc trop faible pour modifier les résultats signalés plus haut, et tient uniquement à des conditions de circuit.

J'ai vu d'ailleurs qu'en interposant entre le tube et l'excitateur un écran de plomb, qui supprime l'action des rayons X sur les gaz où se fait la décharge par étincelles, il n'y avait aucune modification sensible. On ne peut donc incriminer, pour ces diverses causes, l'ionisation de ceux-ci par les rayons de Rœntgen.

D'autre part deux radiographies du radiochromomètre de Benoist ayant

été faites dans les deux positions du tube, à intensité constante et même temps de pose, ont montré que le degré de l'appareil était le même dans les deux cas.

PHYSICOCHIMIE. — *Sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite.* Note de M. **Gaston Gaillard**, présentée par M. J. Violle.

De nombreuses observations faites sur le temps qu'il faut compter pour voir se produire l'opalescence dans les solutions d'hyposulfite lors de la précipitation de ces sels par les divers réactifs qui la déterminent nous ont permis de mettre en évidence les résultats suivants :

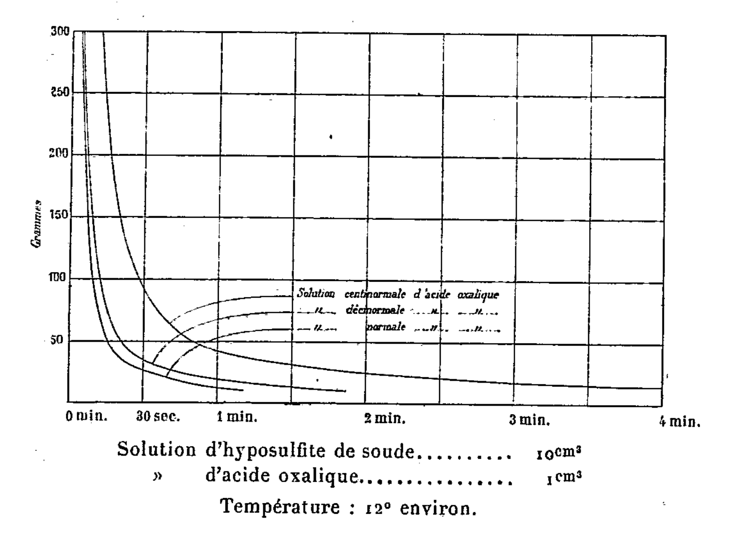
I. En faisant varier uniquement la concentration de la solution du sel et en lui donnant des valeurs de plus en plus faibles, si l'on porte en abscisse l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'instant où l'on verse le réactif (acide, chlorure, etc.) et celui de l'apparition du trouble, et en ordonnée la valeur de la concentration, on obtient une courbe qui, dans les cas étudiés, a l'allure d'une logarithmique descendante dont l'asymptote est parallèle à l'axe des temps et semble assez voisine de lui. En faisant varier la dilution du réactif on obtient des courbes différentes qui s'étagent, comme le montre, par exemple, la figure ci-jointe établie d'après les chiffres que nous donnons plus bas pour montrer l'ordre de grandeur des variations observées.

Concentration de la solution de $S^2O^3Na^2$.	Solution d'acide oxalique normale.	décinormale.	centinormale.
$\frac{300}{1000}$	$3^{sec},5$	$4^{sec},2$	$10^{sec},5$
$\frac{250}{1000}$	4^{sec}	$4^{sec},8$ à $5^{sec},2$	$12^{sec},5$
$\frac{200}{1000}$	5^{sec}	$6^{sec},5$	15^{sec} à 16^{sec}
$\frac{150}{1000}$	$6^{sec},5$	10^{sec}	20^{sec}
$\frac{100}{1000}$	$8^{sec},5$	12^{sec}	28^{sec} à 30^{sec}
$\frac{50}{1000}$	13^{sec} à 14^{sec}	18^{sec} à 19^{sec}	50^{sec}
$\frac{25}{1000}$	26^{sec}	37^{sec}	$1^{m},50$ à 2^{m}
$\frac{10}{1000}$	1^{m} à $1^{m},5$	$1^{m},5$	6^{m} à 7^{m}

II. Quand on fait réagir successivement les composés que donne un même corps ou des corps ayant des propriétés voisines, on obtient généralement des courbes qui s'étagent d'une façon régulière.

a. Ainsi, en traitant l'hyposulfite de soude par les acides hypochloreux (au moins pour les concentrations moyennes, car pour les solutions étendues le phénomène devient plus complexe), chlorique à 20° B. et perchlorique à 30° B., 40° B. et 55° B., on a des courbes analogues, et la plus basse est celle qui correspond à l'acide perchlorique le plus concentré.

b. En employant les acides chlorhydrique à 22° B., bromhydrique à 40° B. et iodhydrique à 30° B., les courbes se superposent dans l'ordre où l'on a l'habitude de ranger ces acides d'après le poids atomique de leur métalloïde, la plus basse correspondant à HCl.



Solution d'hyposulfite de soude.......... 10^{cm^3}
» d'acide oxalique............... 1^{cm^3}
Température : 12° environ.

c. En opérant avec un même acide HCl pur à 22° B. sur les hyposulfites d'ammoniaque, de soude, de strontiane, on obtient des courbes qui se superposent encore dans l'ordre des poids moléculaires, la plus basse correspondant à l'hyposulfite d'ammoniaque. Quant à l'hyposulfite de potasse, il ne semble pas se comporter d'après la même loi, et la faible différence qu'il manifeste avec l'hyposulfite de soude ne permet pas une comparaison exacte.

III. Si, pour un même volume de solution d'hyposulfite de soude de concentration connue, on met en présence des quantités de plus en plus grandes de réactif, l'apparition de la précipitation est retardée.

a. Avec HCl pur à 22° B., le retard croît d'abord lentement, puis de plus en plus vite.

b. Avec HCl en solution normale, bien que le temps soit d'abord plus grand pour les volumes les plus petits, le retard croît cependant beaucoup moins vite, en sorte que, pour les volumes les plus grands la précipitation apparaît plus tôt qu'avec l'acide pur et se produit selon des lignes presque droites.

IV. Les corps mélangés à la solution du sel ou des réactifs ont une action sur le temps que le précipité met à apparaître.

a. Si l'on mélange des quantités croissantes de soude normale à une solution d'hyposulfite de soude à 25 pour 1000 et qu'on verse ensuite 2^{cm^3} de HCl pur à 22° B, la précipitation est de plus en plus retardée et arrive même à ne plus se produire.

Au contraire, si l'on verse la solution normale de soude à des intervalles de temps déterminés après le réactif, l'apparition de la précipitation se fait plus rapidement pour des quantités croissantes de la solution alcaline [1]. Dans ce cas, comme au reste dans d'autres, il serait intéressant de pouvoir tenir compte de la quantité du précipité formé dans le même temps.

b. Si l'on mélange du sulfite de soude à la solution d'hyposulfite et que l'on porte en ordonnée la quantité de celle-ci par rapport à celle de sulfite de soude et en abscisse le temps, on obtient des courbes rappelant celles que l'on avait avec les dissolutions aqueuses de plus en plus étendues d'un même réactif, et, indiquant un retard de plus en plus considérable dans la formation du précipité avec HCl [2].

c. Si l'on dissout les différents chlorures, bromures, iodures, solubles dans l'hyposulfite de soude, on constate que :

1° D'une façon générale l'adjonction de ces sels retarde l'apparition de l'opalescence;

2° Pour certains métaux l'action retardatrice du chlorure est moindre que celle du bromure et celle du bromure moindre que celle de l'iodure du même métal;

3° Pour une sorte de sels donnée, l'action retardatrice paraît d'autant plus grande que le métal occupe un rang plus élevé dans la famille où l'on a l'habitude de le ranger. Ainsi agissent, par exemple, les chlorures de Mn, Ni, Co, dont les temps sont très voisins, les chlorures de Mg, Zn, Cd. Ici, toutefois, la progression est interrompue et se complique d'une modification du phénomène : le temps augmente encore du magnésium au zinc, mais à partir du cadmium le chlorure détermine, comme on le sait, de lui-même, la précipitation, et le chlorure de mercure beaucoup plus vite que celui de cadmium. Il en est de même avec les bromures et iodures de ces mêmes métaux, et aussi avec les iodures doubles de Cd et K, de Hg et K.

d. Inversement si l'on opère avec un corps soluble, comme le sulfate de soude, dans la solution du réactif et la solution du sel :

1° Entre une solution sulfurique normale pure et une autre contenant $\frac{25}{1000}$ de sulfate, il n'y a pas de différence bien sensible;

2° Avec une solution sulfurique normale et une solution d'hyposulfite de soude à $\frac{50}{1000}$ contenant $\frac{20}{1000}$ de sulfate, il y a un retard considérable.

---

(1) MOISSAN, *Traité de Chimie minérale,* 1904, t. I, p. 388.

(2) OSTWALD, *Éléments de Chimie inorganique,* trad. L. Lazard 1904, t. I, p. 352-353.

3° En opérant avec le réactif et la solution contenant tous deux du sulfate, le retard dans l'apparition du précipité est voisin du précédent, mais toutefois moindre.

V. Si l'on dilue une solution aqueuse d'hyposulfite de soude à 50 pour 1000 successivement avec différents dissolvants, eau, glycérine, ou avec de l'alcool, les temps comptés avant l'apparition du précipité par H Cl sont différents, et pour des dilutions égales le temps augmente à partir d'une certaine proportion, de l'eau à la glycérine et de la glycérine à l'alcool.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique.* Note de MM. **André Brochet** et **Joseph Petit**, présentée par M. Moissan.

Nous avons étudié précédemment la dissolution du platine dans les cyanures sous l'action du courant alternatif (¹) et avons établi que cette dissolution résultait d'une pulvérisation de l'électrode agissant comme cathode du fait de la formation d'un alliage. Cet alliage décomposé par l'eau laisse le platine dans un état physique tel qu'il se dissout spontanément dans le cyanure (²).

Depuis, nous avons remarqué que la quantité d'hydrogène qui se dégage est considérable et représente jusqu'à 10 ou 15 fois celle qui correspond à la dissolution du platine. Il y a donc une oxydation importante du cyanure atteignant, dans les conditions de nos essais, environ 50 pour 100 de la quantité d'électricité fournie à l'appareil.

Dans un autre ordre d'idées, M. Ruer a montré que le courant alternatif provoque la dissolution du platine dans l'acide sulfurique si l'on ajoute un oxydant ou si l'on superpose l'action du courant continu en utilisant les deux électrodes comme anodes d'un autre système (³).

Étant donné que dans aucun cas le platine ne se dissout du fait du courant continu, Ruer admet que le courant alternatif a une action spécifique et que la dissolution du

(¹) André Brochet et Joseph Petit, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1095 et 1421.

(²) André Brochet et Joseph Petit, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, 1904, p. 433.

(³) R. Ruer, *Zeitsch. f. Elektroch.*, t. IX, 1903, p. 233 et *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XLIV, 1903, p. 881.

platine est due à la formation sur l'électrode agissant comme anode d'une couche hypothétique d'un oxyde supérieur du platine également hypothétique et insoluble dans l'acide sulfurique. Cet oxyde est réduit partiellement pendant que l'électrode agit comme cathode, l'oxyde qui en résulte est alors susceptible de se dissoudre dans l'acide sulfurique concentré et l'hydrogène en excès se dégage.

Cette hypothèse ne reposant sur aucun fait précis nous a paru discutable et nous avons indiqué, *a priori*, que la théorie que nous proposions pour le cas du cyanure pouvait s'appliquer à celui de l'acide sulfurique.

Une réplique de M. Ruer (¹) nous a amenés à étudier en détail la réaction en utilisant, comme nous l'avions fait dans le cas du cyanure, le courant redressé fourni par une soupape électrolytique.

Nous avons alors constaté que le platine se dissout à l'anode, la solution se colore du fait de la formation de sulfate et le métal se dépose à la cathode. L'addition d'un oxydant, loin de favoriser la dissolution du métal à l'anode, atténue au contraire cette dissolution; par contre elle empêche la précipitation du platine à la cathode, la réduction portant sur l'oxydant.

La dissolution du platine n'est donc pas une action spécifique du courant alternatif, elle est propre au courant à intensité variable.

Dans le cas du courant alternatif, nous avons observé également une réduction importante de l'oxydant; c'est ainsi que, pendant un essai, une solution d'acide sulfurique renfermant 250ᵍ par litre d'acide persulfurique est passée à 100ᵍ par litre, avec un rendement moyen de 70 pour 100 environ. Résultat du même ordre de grandeur que ceux obtenus, dans des conditions aussi voisines que possible, soit avec le courant continu, soit avec le courant redressé.

Si l'on compare les quantités d'électricité mises en jeu, on y voit que la dissolution du platine dans l'acide sulfurique est très faible vis-à-vis de la réduction de l'oxydant.

D'autre part, nous avons établi la cause de la dissolution du platine dans l'acide sulfurique lorsque l'on superpose l'action anodique du courant continu à l'action du courant alternatif. C'est encore à la variation de la densité du courant que l'on peut attribuer l'attaque du métal.

Ces essais établissent donc d'une façon bien nette que, contrairement à ce qui se passe avec les cyanures, la dissolution du platine dans l'acide sulfurique est due à une réaction de l'anode. Sauf ce point, tous les faits que nous venons de passer en revue sont en contradiction formelle avec les hypothèses de Ruer.

Dans un Mémoire plus détaillé, nous donnerons nos conditions d'expériences; résumons ici les résultats de la présente série de recherches.

Conclusions. — 1° Le courant à intensité variable provoque la dissolution du platine dans l'acide sulfurique.

2° Le courant alternatif n'a pas d'action spécifique du fait du changement de sens du courant, et les résultats que l'on observe correspondent à la résultante des phénomènes anodique et cathodique.

(¹) R. Ruer, *Zeitsch. f. Elektroch.*, t. XI, 1905, p. 10.

3° Sans oxydant, la dissolution du métal agissant comme anode, et due à la variation d'intensité, est contrebalancée exactement par la précipitation sous forme de noir de platine.

4° La présence d'un oxydant n'a nullement pour effet de permettre la formation d'un oxyde supérieur de platine, ni même de favoriser sa dissolution, il empêche simplement la réduction du sel de platine du fait de sa propre réduction, de sorte que le métal reste en solution. Naturellement, la concentration du platine dans la solution est limitée, et l'on arrive à un état d'équilibre variable suivant les conditions de l'expérience.

5° Si, dans l'électrolyse de l'acide sulfurique seul, on superpose au courant alternatif l'action du courant continu, la dissolution se fait par un processus anologue, et le métal entré en solution pour une quantité donnée d'électricité anodique résultant de l'action combinée des deux courants ne sera que partiellement déposé par la seule action cathodique du courant alternatif. L'action absolue du courant alternatif est nulle, et le courant continu à intensité constante se comporte comme s'il était transformé en courant continu à intensité variable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés physiques comparatives du cobalt et du nickel purs.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. Moissan.

Les données actuelles sur les propriétés physiques du cobalt n'ont aucune certitude. Exception faite pour l'excellent travail de M. Tilden sur la chaleur spécifique ([1]), les nombres antérieurs se rapportent à des métaux pris sous des états d'agrégation physique variables (mousses, métal forgé, métal fondu) et de pureté chimique inconnue. Or le mode de préparation a, pour l'exactitude du résultat final, une importance autrement grande que la sensibilité des mesures proprement dites.

J'ai repris l'étude de cette question en opérant sur du cobalt fondu, dont la pureté a été contrôlée par analyse.

En outre, bien que nos connaissances sur le nickel soient plus précises, j'ai tenu à comparer, sur des données personnelles, deux éléments aussi voisins : ce sont les résultats de cette comparaison que je présente ici.

Purification du cobalt. — J'ai transformé le chlorure de cobalt commercial en

([1]) Tilden, *Trans. Roy. Soc.*, t. CCI, 1903, p. 37.

chlorure pentaminecobaltique. Après double précipitation, ce sel est exempt de nickel ou, plus exactement, il en renferme des dix-millièmes, que la photographie spectrale seule m'a permis de retrouver. Il est ensuite converti en oxalate cobalteux et celui-ci, calciné dans une atmosphère d'hydrogène, abandonne du cobalt en mousse compacte.

Purification du nickel. — Le chlorure de nickel commercial est débarrassé de cobalt par addition de nitrite de potassium en excès et saturation par l'anhydride azoteux. Dans de telles conditions, le cobalt est éliminé très complètement; j'en ai difficilement retrouvé des traces par le nitroso-β-naphtol [1]. Le nickel est précipité dans les eaux mères à l'état de chlorure ammoniacal, $NiCl^2.6AzH^3$, puis converti en oxalate et enfin en métal.

Fusion des métaux. — S'il est relativement simple de purifier le cobalt et le nickel, il est moins facile de les fondre sans les altérer.

Le cobalt, chauffé sans précautions particulières, s'oxyde énergiquement. Bien qu'il dissolve assez peu son oxyde, il forme une masse pâteuse, qui ne se rassemble pas, à la température de fusion du métal. Chauffé dans l'hydrogène, il fond régulièrement, mais il absorbe un certain volume de gaz, qu'il restitue en se solidifiant : on retrouve au sein du lingot des bulles emprisonnées.

J'ai tourné la difficulté en opérant comme il suit : la mousse métallique est chauffée au four de Fletcher, dans un creuset de silicate d'alumine, brasqué à l'aluminate de chaux. Un courant d'hydrogène purifié arrive par le fond de l'appareil; je l'interromps immédiatement après fusion et je laisse refroidir. Le lingot obtenu, pesant 30g à 50g, n'est oxydé qu'à la surface; il est sain et forgeable au rouge, condition très importante pour façonner les barrettes propres à la mesure de la résistivité électrique et des propriétés mécaniques.

Cette manière de faire n'est pas applicable au nickel. Le nickel, en effet, a la propriété de dissoudre son oxyde, en l'amenant à l'état de Ni^2O, tout comme le cuivre dissout le sien, à l'état de Cu^2O. En interrompant le courant d'hydrogène pendant la solidification, le métal se réoxyde dans la masse et ne se martèle plus, même au rouge, sans gerçures profondes.

Si l'on maintient l'afflux d'hydrogène, le nickel est pur, mais il a pour ce gaz une grande affinité et roche abondamment. On peut, sans inconvénient, mesurer sur de tels échantillons la chaleur spécifique et même la densité, mais non plus la résistivité et la charge de rupture.

Pour déterminer ces valeurs sur le nickel, j'ai pris, à défaut de barreaux fondus, des baguettes de mousse comprimée à la presse hydraulique, forgée, tournée, puis recuite dans l'hydrogène.

Propriétés. — En somme, le cobalt et le nickel fondus, à l'état de pureté où j'ai pu les obtenir, renferment $\frac{1}{2000}$ à $\frac{1}{4000}$ de métalloïdes, dosés comme résidu de la dissolution du métal dans le chlorure de cuivre et de potassium.

Ce sont des métaux magnétiques, très cristallins, non malléables à froid, assez différents pour qu'on les distingue au premier coup d'œil : le cobalt est brillant et blanc d'argent, le nickel est gras et terne.

---

(1) H. Copaux, *Bull. Soc. ch.*, 3e série, t. XXIX, 1903, p. 301.

Voici, quant au reste, mes déterminations, auxquelles je joins pour comparaison les données antérieures, dont l'origine est indiquée dans mes articles Cobalt et Nickel du *Traité de Chimie minérale* de M. Moissan.

	Valeurs observées.		Données antérieures.		
	Cobalt.	Nickel.	Cobalt.	Nickel.	Unités.
Densité à 15°	8,8	8.8	7,96-9,5	8,3-9,2	Eau à 4° = 1
Dureté	5,5	3,5	?	?	Échelle de Mohr
Point de fusion	1530°	1470°	1600°-1800°	1480° (1)	
Chaleur spécifique de 20° à 100°	0,104	0,108	0,103 (2)	0,108 (2)	Eau à 15° = 1
Résistivité électrique à 0°	5,5	6,4	?	6,9	microhms-cm
Coefficient de température de 0° à 20°	0,0055	0,0061	?	0,0061	
Charge de rupture	50	42	115	90-55	kg par mm²

Les valeurs de la charge de rupture doivent être considérées comme de simples renseignements et non comme des constantes. On sait que les propriétés mécaniques des métaux sont profondément altérées par les moindres variations moléculaires : une barrette forgée et recuite ne saurait être assimilée mécaniquement à un lingot fondu. Je réserve d'ailleurs, pour un Mémoire plus détaillé, tout ce qui concerne le choix des méthodes et la discussion de mes résultats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine* (*nitrate, phosphate, arséniate*). Note de **M. L.-J. Simon**, présentée par M. Moissan.

Lorsqu'on fait agir sur une solution neutre de nitrate d'hydroxylamine une solution décinormale de permanganate, celui-ci est décoloré; on voit apparaître un précipité brun d'oxyde de manganèse qui se redissout par agitation. Dès que l'on ajoute une certaine quantité de permanganate, ce précipité cesse de se dissoudre, ce qui fait apparaître une teinte jaunâtre assez facile à saisir.

L'oxydation de l'hydroxylamine est alors complète et peut alors être représentée par l'équation

$$2\,MnO^2K + 5\,NO^3HNH^2OH = 2[(NO^3)^2Mn] + 2\,NO^2K + 2\,N^2O + 10\,H^2O.$$

(1) Holborn et Wien, *Wiedemann's Ann.*, t. LVI, 1895, p. 361.

(2) Tilden, *loc. cit.*

1 molécule d'hydroxylamine réduit donc dans ces conditions $0^{mol},40$ de permanganate; nous avons indiqué antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1339) le même résultat pour le chlorhydrate et le sulfate d'hydroxylamine.

La solution obtenue est neutre aux indicateurs colorés; si à ce moment on acidifie, la teinte jaunâtre du virage précédent disparaît et la liqueur est capable de décolorer une nouvelle quantité de l'oxydant. L'allure de la réduction est celle que l'on observe dans le dosage des nitrites et la quantité de permanganate est celle que fournit le calcul fondé sur l'équation précédente : 2 molécules de nitrite de potassium exigent $\frac{4}{5}$ de molécule de permanganate. Pour 1 molécule d'hydroxylamine, il faut ainsi employer $\frac{4}{25}$ de molécule ou $0^{mol},16$ de permanganate.

Les choses se passent de même qualitativement, *mais non quantitativement*, pour le chlorhydrate et le sulfate (*loc. cit.*); la quantité de permanganate qui intervient dans la seconde phase est moitié de ce qu'elle est ici, soit $0^{mol},08$ d'oxydant.

Avec le phosphate ou l'arséniate d'hydroxylamine, les résultats sont analogues qualitativement mais quantitativement très différents. L'oxydation dans la première phase peut être représentée par l'équation suivante pour le phosphate :

$$12MnO^4K + 16(PO^4H^3 3NH^2OH)$$
$$=4[(PO^4)^2Mn^3]+6PO^4H^2K+2PO^4HK^2+2NO^2K+40N+3N^2O+89H^2O.$$

Pour l'arséniate l'équation serait identique. On voit qu'une molécule de permanganate oxyde 4 molécules d'hydroxylamine. Inversement 1 molécule d'hydroxylamine réduit $0^{mol},25$ d'oxydant; ce quotient moléculaire est différent de celui qui correspond aux autres sels d'hydroxylamine (nitrate, sulfate, chlorhydrate); c'est le même que pour l'oxalate (*loc. cit.*).

Lorsqu'on acidifie, on peut réduire une nouvelle quantité de permanganate, à la vérité fort petite, égale au quinzième de la précédente, soit $0^{mol},0166$. La nature de l'acide intervient donc dans le procès de réduction du permanganate par l'hydroxylamine : le pouvoir réducteur total de l'hydroxylamine passe de $0^{mol},27$ à $0^{mol},56$, c'est-à-dire de 1 à 2, suivant qu'elle se trouve à l'état de phosphate et arséniate ou nitrate.

Action du permanganate de potassium en présence d'acides. — Les choses sont encore beaucoup moins simples si l'on acidifie dès le début. D'une manière générale le pouvoir réducteur est augmenté. Le pouvoir maximum semble, dans une certaine mesure, être indépendant de l'acide; il oscille

autour de la valeur 0,8 du quotient moléculaire, ainsi que cela résulte du Tableau suivant que j'extrais de données numériques nombreuses qui seront consignées ailleurs :

10^{cm^3} nitrate ($\theta = 0,263$), 200^{cm^3} eau, 18^g SO^4H^2 pur	0,770
» » 20^g PO^4H^3 crist......	0,850
» » 30^g NO^3H pur.......	0,827
$0^g,1864$ phosphate, 300^{cm^3} SO^4H^2 ($\theta = 0,483$).............	0,802
$0^g,4972$ » 200^{cm^3} eau, 100^{cm^3} PO^4H^3 ($\theta = 1,012$)..	0,808
$0^g,5148$ » 100^{cm^3} eau, 200^{cm^3} PO^4H^3 ($\theta = 1,012$)..	0,810
$0^g,7624$ arséniate et acide sulfurique......................	0,810

Ces valeurs sont beaucoup plus élevées que dans le cas examiné tout d'abord. Mais, si la teneur en acide est trop faible, la valeur maximum n'est pas atteinte; il en est de même si la concentration en acide est trop forte. En outre, la valeur observée dépend de la température et de la vitesse avec laquelle l'opération est conduite; à ce point que deux opérations effectuées successivement dans des conditions identiques à la vitesse près ont fourni des nombres différant l'un de l'autre du quinzième de leur valeur.

Il ne peut donc être question d'utiliser pour le dosage de l'hydroxylamine l'oxydation directe par le permanganate en liqueur acide. J'ai proposé antérieurement (*loc. cit.*) un mode d'emploi beaucoup plus régulier de cet oxydant pour le même but; j'en indiquerai prochainement les conditions et le degré de précision.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxygène quadrivalent.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication antérieure, j'ai montré que l'action des chlorures d'acides sur l'éthéroiodure de magnésium met en évidence la quadrivalence de l'oxygène dans ce composé et en établit la constitution. L'expérience montre que le magnésium peut être remplacé par le zinc, mais les combinaisons de l'iodure de zinc avec les éthers-oxydes ont moins de tendance à cristalliser que les dérivés correspondants de l'iodure de magnésium. Cependant, en partant de l'oxyde d'éthyle, j'ai réussi à isoler un composé cristallisant en beaux prismes et répondant à la formule

$$(C^2H^5)^2O(I)—Zn—(I)O(C^2H^5)^2.$$

Ce corps est beaucoup moins stable que l'éthéroiodure de magnésium et,

par chauffage au bain-marie dans le vide, il ne laisse qu'un résidu d'iodure de zinc. Vis-à-vis du chlorure de benzoyle, il se comporte comme le dérivé magnésien correspondant, mais la réaction s'effectue plus facilement. En raison de ce fait, je me suis adressé de préférence aux dérivés iodozinciques pour les recherches que je vais indiquer.

J'ai déterminé d'abord dans quel sens s'effectue la réaction du chlorure de benzoyle sur les iodozincates des éthers-oxydes lorsqu'on part d'un éther dissymétrique. L'expérience montre qu'avec l'iodozincate de l'oxyde de méthyle et d'amyle, on obtient de l'iodure de méthyle et du benzoate d'amyle. C'est donc le radical le moins carboné qui passe à l'état d'iodure, le radical le plus carboné étant transformé en éther-sel.

Cette conclusion n'est cependant valable qu'autant que l'éther est exclusivement acyclique. Dans le cas où l'un des radicaux carbonés est cyclique et fixé directement à l'atome d'oxygène par un atome de carbone du noyau, le résultat observé est différent. Dans ce cas, en effet, l'atome d'oxygène est très peu basique, comme je l'ai déjà indiqué, l'iodozincate est, par suite, très instable et n'intervient pas dans la réaction. Le chlorure d'acide réagit alors sur un atome de carbone du noyau, avec élimination d'hydracide, et l'anisol, par exemple, donne le *p*-benzoylanisol.

Dans le cas des acétals, la réaction est tout à fait comparable à celle qu'on observe avec les éthers oxydes acycliques à fonction simple. L'un des radicaux carbonés terminaux est transformé en éther-sel, tandis que le reste de la molécule, fixant un atome d'iode, donne un éther-oxyde iodé. Celui-ci, en milieu aqueux, se décompose immédiatement en aldéhyde, alcool et acide iodhydrique :

$$C^2H^5-O-CH^2-O(C^2H^5)(I)-Zn-(I)(C^2H^5)O-CH^2-O-C^2H^5+2C^6H^5-COCl$$
$$= 2C^6H^5-CO^2C^2H^5+ZnCl^2+2C^2H^5-O-CH^2I.$$

J'ai constaté, d'autre part, que l'orthoformiate d'éthyle donne avec l'iodure de magnésium une combinaison très bien cristallisée, répondant à la formule

$$(C^2H^5O)^2CH-O(C^2H^5)(I)-Mg-(I)(C^2H^5)O-CH(O-C^2H^5)^2.$$

Ce composé s'obtient très facilement en ajoutant peu à peu de l'orthoformiate d'éthyle dans une solution éthérée de la combinaison iodomagnésienne de l'oxyde d'éthyle. Ce dernier corps est déplacé, avec ébullition, et le dérivé orthoformique se précipite. Le dérivé iodozincique correspondant réagit énergiquement sur le chlorure de benzoyle. Les produits formés sont du formiate, de l'iodure et du benzoate d'éthyle.

J'ai enfin étudié l'action du chlorure de benzoyle sur la combinaison iodozincique de l'acétate d'éthyle. Dans ce cas, la réaction est lente et nécessite un chauffage au bain-marie. Les corps qui prennent naissance sont principalement le chlorure d'acétyle et l'iodure d'éthyle. Il ne se forme que des traces de benzoate d'éthyle.

On voit, par les recherches précédentes, que les composés mono-, di- et trioxydiques (éthers-oxydes, acétals, orthoéthers) donnent des combinaisons iodomagnésiennes du même type, renfermant 1^{mol} d'iodure de magné-

sium pour 2^{mol} du composé oxydique. Toutes ces combinaisons réagissent d'une manière analogue sur le chlorure de benzoyle et les réactions observées mettent en évidence l'union intime de la molécule minérale et de la molécule organique, par l'intermédiaire d'un atome d'oxygène quadrivalent. Dans le cas des éthers-sels, la combinaison iodomagnésienne répond à un type différent : $(CH^3 - CO^2C^2H^5)^6MgI^2$. De même, la réaction sur le chlorure de benzoyle n'est pas absolument comparable. Il ne me semble pas impossible que, dans ce cas, la fixation ait lieu, non plus sur l'oxygène quadrivalent, mais sur la double liaison du groupement CO. Cette hypothèse permet également d'expliquer avec facilité la réaction fournie par le chlorure de benzoyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de l'alcool o-nitrobenzylique, sous l'influence de la soude aqueuse, et de la soude alcoolique.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. Moissan.

L'alcool *o*-nitrobenzylique subit, en liqueur alcaline, des phénomènes d'oxydation et de réduction, aux dépens de son groupement nitré et de son groupement alcool. Je me suis proposé d'étudier la nature des produits formés, suivant que cette décomposition est provoquée par la soude aqueuse ou par la soude alcoolique.

D'après M. Jaffé (1), la décomposition de l'alcool *o*-nitrobenzylique sous l'influence de la soude aqueuse fournit de l'acide azoxybenzoïque et du nitrotoluène. Ce fait est en contradiction avec une expérience de M. Joh. Maier (2), qui, en traitant les aldéhydes *o*-, *m*- et *p*-nitrobenzoïques par la lessive de soude n'obtint que les acides azoïques correspondants; cet auteur admet, en effet, que ces acides azoïques résultent de l'oxydation et de la réduction simultanées des alcools nitrobenzyliques qui prennent naissance quand on fait agir la soude étendue sur les aldéhydes nitrées. M. Freundler (3), ayant répété l'expérience de M. Jaffé, obtint des résultats différents; il a bien voulu m'abandonner l'étude de cette réaction.

Lorsqu'on chauffe l'alcool *o*-nitrobenzylique avec la soude aqueuse, on obtient les produits suivants :

L'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque, caractérisée à l'état de *p*-nitrophénylhydrazone, qui

(1) Jaffé, *Zeitschrift für Phys.*, t. II, p. 55.
(2) Joh. Maier, *D. ch. G.*, t. XXXIV, 1901, p. 4134.
(3) Freundler, *Bul. Soc. chim.*, t. XXXII, 1904, p. 878.

cristallise dans l'acide acétique en petits prismes rouges fusibles à 263°; l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque, caractérisée par son chloromercurate, $2\,C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHO\\ NH^2.HCl\end{matrix}\right., 3\,HgCl^2$, lequel cristallise dans l'eau en belles aiguilles fusibles à 149°; ces deux aldéhydes se forment toujours en faible quantité. Les produits dominants sont : l'acide anthranilique, l'acide *o*-azobenzoïque, et enfin l'aldéhyde acide *o*-azobenzoïque

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHO\;CO^2H\\ N=N\end{matrix}\right\rangle C^6H^4;$$

cette dernière n'a pu être isolée, mais elle a été caractérisée par son oxime qui cristallise dans l'acide acétique en paillettes orangées fusibles à 232°, et par sa semi-carbazone, qui se présente en fines aiguilles orangées fusibles à 240°. Cette aldéhyde acide possède la propriété curieuse de se transformer, lentement à froid, et rapidement à chaud, en un composé jaune pâle, fusible vers 294°, signalé par M. Freundler (*loc. cit.*). Ce composé répond à la formule $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$; par hydrolyse, il fournit de l'acide *o*-hydrazobenzoïque; il peut être reproduit, avec un faible rendement il est vrai, en chauffant l'acide *o*-hydrazobenzoïque. Sa formation aux dépens de l'aldéhyde acide *o*-azobenzoïque s'effectuerait de la façon suivante : cette aldéhyde acide subirait une oxydation et une réduction simultanées pour donner (¹) de l'acide *o*-hydrazobenzoïque, lequel, à l'état naissant, subirait une déshydratation pour donner le corps $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$.

$$\bigcirc\begin{matrix}CHO\quad CO^2H\\ -N=N-\end{matrix}\bigcirc + H^2O \rightarrow \bigcirc\begin{matrix}CO^2H\quad CO^2H\\ -NH-NH\end{matrix}\bigcirc - H^2O \rightarrow (C^{14}H^8N^2O^2)^2.$$

Contrairement aux indications de M. Jaffé, je n'ai jamais obtenu d'acide azoxybenzoïque, ni de nitrotoluène.

La soude alcoolique réalise une décomposition, différente de celle produite par la soude aqueuse. On obtient les composés suivants :

L'alcool *o*-aminobenzylique, l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque, l'anthranile, l'acide anthranilique, l'alcool indazyl-*o*-benzylique, tous en faible quantité; les produits principaux sont l'acide indazyl-*o*-benzoïque, et l'aldéhyde acide-*o*-azobenzoïque, ou bien son produit de transformation, le composé $(C^{14}H^8N^2O^2)^2$.

J'insisterai seulement ici sur la présence de l'anthranile. La formation de ce corps en liqueur alcaline constitue en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Freundler (²), une preuve de plus contre sa formule amidique. J'ai réussi à séparer l'anthranile de l'aldéhyde *o*-aminobenzoïque qui l'accompagne par l'intermédiaire de son chloromercurate. Le chloromercurate d'anthranile est beaucoup moins soluble dans l'eau que celui de l'aldéhyde *o*-aminobenzylique; j'ai obtenu ainsi le chloromercurate d'anthranile (³) fusible à 178°.

(¹) Des phénomènes analogues ont été signalés par M. Freundler dans ses *Recherches sur la transformation des azoïques orthosubstitués en dérivés indazyliques* (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1904, p. 865).

(²) Freundler, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1904, p. 877.

(³) Bamberger, *D. ch. G.*, t. III, 1901, p. 3875.

En résumé, sous l'influence de la soude aqueuse, le groupe NO^2 de l'alcool *o*-nitrobenzylique est réduit aux dépens du groupement alcool, qui disparaît complètement pour être transformé en groupement acide, ou en groupement aldéhydique; tandis que, sous l'influence de la soude alcoolique, la réduction du groupe NO^2 s'effectue, en partie aux dépens de l'alcool introduit, en partie aux dépens de l'alcool *o*-nitrobenzylique; nous retrouvons alors des composés alcooliques et des composés indazyliques qui peuvent provenir de la déshydratation d'alcools azoïques, ainsi que l'a établi M. Freundler (*loc. cit.*). L'éthylate de sodium agit d'une façon analogue à celle de la soude alcoolique, avec cette petite différence que la proportion du groupement alcool non altéré est un peu plus élevée. Enfin, les quantités relatives des produits formés varient avec la teneur en soude de la liqueur aqueuse ou alcoolique.

Une étude analogue est entreprise sur les alcools *m*- et *p*-nitrobenzyliques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. Guignard.

Dans une suite de travaux publiés précédemment (¹) j'ai montré que certains composés azotés organiques appartenant aux trois séries des amines, amides et nitriles sont, à des degrés divers, assimilables par les végétaux et j'ai établi pour chacun de ces groupes l'ordre d'assimilabilité de leurs différents termes. Il restait à coordonner ces résultats en examinant comparativement l'action exercée sur les plantes par des corps de même grandeur moléculaire appartenant aux trois catégories. Je me suis borné à l'étude des termes inférieurs de la série grasse, les composés plus complexes étant moins assimilables ou ne l'étant pas du tout, de même que ceux de la série aromatique.

Les Champignons devaient, pour des raisons qu'il est inutile d'exposer de nouveau, fournir les végétaux de culture; j'ai utilisé l'*Aspergillus niger*, l'*Aspergillus repens* et le *Penicillium glaucum*. Leur ensemencement a été fait comme de coutume sur

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1277. — *Ann. Sc. nat. Bot.*, 8ᵉ série, t. VII, 1899, p. 1. — *Comptes rendus Congr. Soc. sav.*, Mémoires, XVI, 1900, p. 151. — *Bull. Soc. bot. Fr.*, t. XLVIII, 1901, p. 325.

des modifications du liquide de Raulin, dont la composition élémentaire restait constante quelle que fût la source d'azote employée.

Ces liquides, répartis dans des fioles d'Erlenmeyer, à raison de 50^{cm^3} par fiole, ont été stérilisés par tyndalisation, puis ensemencés avec quelques spores du Champignon choisi, prélevées aseptiquement sur une culture pure.

L'*Aspergillus niger* et l'*Aspergillus repens* ont été maintenus à la température de 38°, le *Penicillium* à la température ordinaire. Après développement suffisant et fructification complète, les thalles ont été recueillis sur des filtres tarés, puis lavés soigneusement, séchés et pesés. Les résultats, conformes d'ailleurs aux observations journalières qui ont pu être faites au cours de la végétation, sont résumés ci-après :

I. — *Aspergillus niger*.

Durée de l'expérience : 2 janvier-28 janvier 1905.

Raulin modifié....	0g,869				
Monométhylamine.	1g,320	Formiamide....	1g,371		
Monoéthylamine...	0g,825	Acétamide.....	1g,593	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	1g,056	Propionamide..	0g,897	Propionitrile..	traces
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,616	Butyronitrile..	traces

II. — *Aspergillus repens*.

Durée de l'expérience : 2 janvier-16 janvier 1905.

Raulin modifié....	1g,105				
Monométhylamine.	0g,907	Formiamide....	0g,935		
Monoéthylamine...	0g,631	Acétamide.....	0g,748	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	0g,907	Propionamide..	0g,900	Propionitrile..	0g,052
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,896	Butyronitrile..	traces

III. — *Aspergillus repens*.

Durée de l'expérience : 5 janvier-22 janvier 1905.

Raulin modifié....	0g,681				
Monométhylamine.	0g,877	Formiamide....	0g,835		
Monoéthylamine...	0g,702	Acétamide.....	0g,726	Acétonitrile...	0g,182
Propylamine......	»	Propionamide..	0g,879	Propionitrile..	0g,003

IV. — *Penicillium glaucum*.

Durée de l'expérience : 2 janvier-12 février 1905.

Raulin modifié....	0g,732				
Monométhylamine.	0g,849	Formiamide....	0g,838		
Monoéthylamine...	0g,243	Acétamide.....	0g,904	Acétonitrile...	traces
Propylamine......	0g,350	Propionamide..	0g,909	Propionitrile..	0g,056
Butylamine.......	traces	Butyramide....	0g,876	Butyronitrile..	0g,041

J'avais constaté précédemment que l'assimilabilité des amines est en raison inverse de leur grandeur moléculaire, tandis que celle des amides échappe presque complètement à cette règle, et que celle des nitriles est à peu près nulle.

Les résultats précédents montrent de plus que les amides sont, de tous ces corps azotés, les plus assimilables; les rendements en leur présence sont, dans le cas des Champignons, supérieurs à ceux obtenus dans le liquide de Raulin, c'est-à-dire avec les sels ammoniacaux. Les amines occupent le second rang et les nitriles le troisième.

Cette conclusion est en parfaite concordance avec ce que nous savons de la constitution chimique de ces divers corps, ceux dont la molécule est la plus simple devant être théoriquement et étant pratiquement les meilleures sources d'azote pour les végétaux.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Après avoir étudié (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 928) la formation et la distribution de l'huile essentielle dans une plante annuelle, le basilic (*Ocymum basilicum*), nous avons examiné comment se répartissent, au fur et à mesure de la végétation, les diverses substances qui forment l'essence et recherché les causes qui président aux variations de ces substances. Pour cela nous avons établi la composition des essences extraites de la plante dans les conditions et aux époques indiquées dans la Note citée plus haut. Les résultats de nos analyses ne sauraient trouver ici leur place; ils seront publiés en détail dans le *Bulletin de la Société chimique*. Nous nous bornerons donc à en indiquer la nature et à présenter les conclusions qu'ils appellent.

Aux diverses époques de la vie végétale nous avons comparé entre elles, au point de vue de leur composition et de leur solubilité relative, les huiles essentielles des divers organes de la plante. Nous avons établi les variations que subissent les essences à ce double point de vue, dans les parties vertes, dans les inflorescences et dans la plante entière. Nous avons déterminé les quantités absolues des divers produits odorants renfermés dans chacun des principaux organes, et observé les variations qu'elles subissent au cours de la végétation. La connaissance de la distribution des consti-

tuants des huiles essentielles nous a permis de suivre les modifications successives subies par les poids de ces substances dans les différentes parties de chaque pied.

Durant la période qui précède l'apparition des premières inflorescences une huile essentielle assez pauvre en estragol et par conséquent riche en composés terpéniques s'accumule dans les parties vertes. Cette huile essentielle est relativement soluble, car nous avons constaté que les composés terpéniques, et principalement les composés terpéniques autres que le linalol, sont plus solubles que l'estragol. Sa composition correspond à un produit en quelque sorte rajeuni. *Les premières inflorescences* qui, d'ailleurs, ne terminent encore que les pousses les plus vieilles, *renferment une essence moins soluble, c'est-à-dire plus riche en estragol.* Il est probable que, pendant la formation dans les jeunes pousses d'une essence nouvelle, riche en composés terpéniques, une certaine fraction de ces composés a été consommée dans l'inflorescence. Cette manière de voir cadre parfaitement avec le fait que, à l'abri de la lumière, la plante consomme des composés terpéniques. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'il en puisse être ainsi chez la fleur; et d'ailleurs, nous allons voir que, dans la suite, cette consommation deviendra manifeste, car elle ne sera finalement plus compensée par la formation de nouvelles quantités d'essence.

Lorsque la floraison est avancée et que la fleur a accompli ses fonctions, on constate que le poids d'essence diminue dans les parties vertes et augmente dans les inflorescences. En même temps *la solubilité de l'huile essentielle décroît dans les parties vertes et devient moindre que dans les sommités fleuries.* Ce fait concorde avec nos conclusions antérieures relatives à la migration des composés odorants des organes chlorophylliens vers la fleur. En effet, on conçoit qu'une portion relativement soluble, en dissolution d'abord chez la feuille, gagne la tige par osmose et se déverse ensuite dans la fleur où, au travail de la fécondation et à la formation des réserves, correspond un appel de matières organiques. Chaque fois que la combustion des substances, leur consommation ou leur insolubilisation produira dans la fleur un abaissement de pression osmotique, des principes immédiats s'y rendront venant de la feuille; les essences y seront appelées ainsi tout comme les autres substances; mais, produits peu solubles arrivant dans un milieu qui en renferme déjà, elles se précipiteront et pourront ainsi s'accumuler.

Malgré cela, la solubilité de l'essence d'inflorescences n'augmente pas; c'est que *la solubilité de l'essence de la plante entière décroît par suite de la*

diminution de sa teneur en composés terpéniques. Il en résulte que ces composés sont partiellement consommés dans l'inflorescence. Mais jusqu'ici la production l'a emporté sur la consommation.

Plus tard, *lorsque la fleur aura accompli ses fonctions, lorsque la graine aura mûri,* on observera que le poids d'essence aura augmenté dans les parties vertes et décru dans les inflorescences. *L'huile essentielle, en s'accumulant dans les organes chlorophylliens, y devient plus soluble, car elle s'enrichit en composés terpéniques et notamment en composés terpéniques autres que le linalol.* Cet ensemble de faits tend à montrer que, à la fin de la végétation, l'essence revient en partie dans les organes verts. Malgré ce retour à la tige et à la feuille, *la solubilité de l'essence d'inflorescences ne semble pas avoir décru; c'est qu'un travail chimique s'est accompli réduisant la solubilite de l'essence de la plante entière.* Effectivement, il y a eu une *consommation d'estragol et de composés terpéniques* qui l'a emporté sur leur production, et cela notamment en ce qui concerne l'estragol.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse dite* physico-chimique *de la terre arable.* Note de M. **H. Lagatu**, présentée par M. Müntz.

Depuis 1891, j'ai effectué des recherches continues sur les relations logiques qu'on peut établir entre la technique agricole et l'analyse des terres, en vue de l'amélioration des rendements.

On sait que l'analyse des terres utilise, concurremment avec les méthodes scientifiques de la chimie analytique, des procédés purement conventionnels, qui donnent à cette branche de l'analyse un caractère quelque peu incertain, en sorte que la critique personnelle est constamment requise pour l'interprétation des résultats, chacun d'eux n'ayant toute sa signification qu'à la condition de n'être abstrait ni de la convention qui le régit, ni de l'ensemble des autres résultats, ni même des autres facteurs du milieu agricole. Il s'agit donc de rechercher dans un ordre de faits très complexes, où la principale ressource réside dans la multiplicité des cas envisagés.

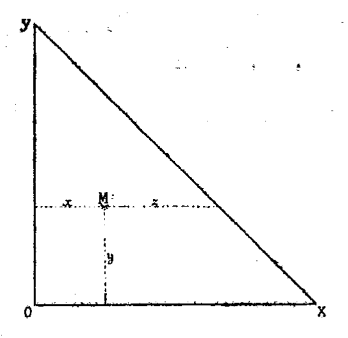
Peu après leur publication, en 1891, j'ai pris comme point de départ les conventions analytiques proposées par le *Comité consultatif des stations agronomiques,* dont M. Müntz fut le rapporteur. J'ai effectué selon ces conventions un très grand nombre d'analyses détaillées. Les terres, d'origine très diverse, ont été observées sur place; je me suis documenté à leur égard auprès des cultivateurs, et, pour beaucoup d'entre elles, j'ai suivi leurs vicissitudes culturales.

A l'heure actuelle, je crois être en mesure d'énoncer, pour les méthodes du Comité des stations, des règles d'interprétation, d'une application assez sûre et assez aisée, sans laquelle, on en conviendra, l'emploi de ces méthodes risque, soit de conduire à des conclusions erronées, soit de demeurer un stérile exercice de laboratoire.

La présente Note a pour objet d'énoncer les problèmes distincts en lesquels il convient, à mon sens, de subdiviser l'interprétation de ce qu'on appelle couramment l'*analyse physico-chimique* des terres si bien étudiée par M. Th. Schlœsing. J'indiquerai préalablement un mode de représentation graphique uniforme des documents que cette analyse fournit pour chacun de ces problèmes.

Représentation graphique. — Les valeurs simultanées que prennent trois variables x, y, z, soumises à la seule condition que leur somme reste constante ($x+y+z=k$), peuvent être représentées sur une surface plane : le système ne comprend, en effet, que deux variables indépendantes.

Considérons, par exemple, un triangle rectangle isoscèle [1] dont le côté



de l'angle droit est mesuré par le nombre k. Soit M un point pris à l'intérieur de ce triangle et déterminé par les deux valeurs x et y comptées en coordonnées rectangulaires, les côtés de l'angle droit du triangle étant pris comme axes. Le prolongement z de l'une des deux coordonnées est tel que l'on a, quel que soit M,

$$x+y+z=k.$$

Donc tout point M pris à l'intérieur du triangle est représentatif d'un sys-

(1) En prenant pour triangle de référence un triangle équilatéral et pour coordonnées les distances aux trois côtés, on gagnerait en symétrie, mais on perdrait l'avantage des deux coordonnées rectangulaires, plus familières au monde agricole.

tème de valeurs simultanées de trois variables à somme constante, et réciproquement. La corrélation est sans ambiguïté.

Ce mode de représentation peut être appliqué :

1° A la terre complète considérée comme somme des trois constituants *cailloux, graviers, terre fine* (résultats des tamisages) : étude de la désagrégation de la masse totale, donnant la valeur naturelle relative des terres issues d'une même roche mère et indiquant, par suite, l'intensité de la culture dont elles peuvent être l'objet;

2° A la terre fine considérée comme somme des trois constituants *argile, sable fin, sable grossier* (1) (résultats des lévigations) : étude de la constitution mécanique donnant des indications sur la perméabilité, l'aération et, par suite, sur les labours, les drainages, les formes d'engrais, en vue de leur appropriation à ces conditions mécaniques;

3° A la terre fine considérée comme somme des trois constituants *calcaire, argile, sable siliceux* (résultats des séparations chimiques adjointes aux lévigations) : étude de la constitution minéralogique définie, selon l'usage simpliste des agriculteurs, donnant des indications sur l'activité chimique de la terre et, par suite, sur les formes d'amendements et d'engrais appropriées à ces conditions chimiques.

L'observation m'a montré que, en dehors du choix voulu d'une même variable (argile) dans les deux derniers cas, aucune liaison nécessaire n'est établie par la nature entre ces trois ordres de considérations : le point représentatif d'une terre étant fixé sur deux des trois graphiques, le point représentatif de la même terre dans le troisième graphique reste, en général, trop indéterminé pour qu'on puisse le fixer sans recourir à l'expérience. En conséquence, une analyse physico-chimique qui (ainsi qu'on en publie souvent) ne comporte pas *toutes* ces déterminations nous laisse désarmés quant à l'un des groupes de conclusions éminemment utiles dont je viens de faire l'énumération.

Pour chaque ensemble de trois variables, la surface continue du triangle représente toutes les terres possibles. On y peut découper des aires correspondant aux divers groupes de terres considérés par la technique agricole comme méritant une individualisation. De là une classification des terres faite sous les trois points de vue différents précédemment énumérés. De là également une triple nomenclature fixant pour chaque terre une dénomination (ternaire, sinon quant aux mots, du moins quant à l'idée) dont le sens sera précis.

Ces tentatives mettent en jeu des considérations distinctes, dont on ne paraît pas, jusqu'à ce jour, avoir fait nettement le départ :

1° Une estimation du rôle propre de chaque constituant : question d'analyse et d'agrologie;

---

(1) Le sable comprenant indistinctement les fragments calcaires et les fragments siliceux.

2° Une individualisation, considérée comme utile, de certains types de terres : question d'agriculture;

3° Des dénominations : question de nomenclature;

4° Une concordance cherchée avec les préoccupations et le langage des agriculteurs : question d'information.

La représentation graphique, utile pour placer clairement sous les yeux tous les cas à interpréter, est évidemment indépendante du fond de la question.

J'indiquerai ultérieurement les conclusions auxquelles je suis arrivé, conformément à ces principes, touchant la classification des terres arables d'après les résultats de l'analyse physico-chimique.

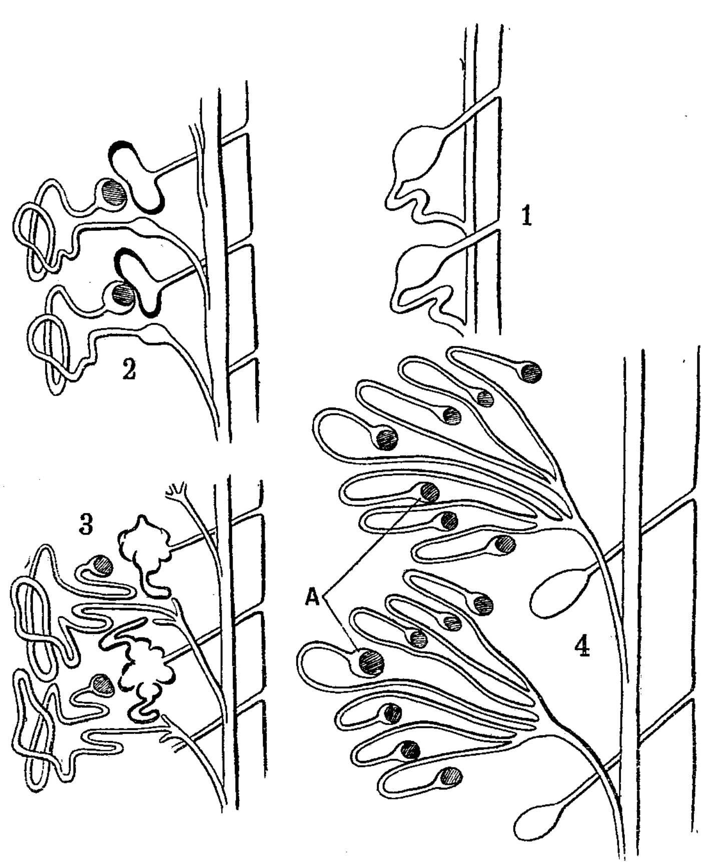
ZOOLOGIE. — *Sur quelques faits relatifs au développement du rein des Élasmobranches.* Note de M. I. **Borcea**, présentée par M. Yves Delage.

Nous avons montré dans une Communication précédente [1] que les canalicules du rein des Élasmobranches ont une ébauche double. D'ailleurs ce fait est soutenu par la majorité des auteurs, pour le rein des Vertébrés supérieurs. Nous pouvons maintenant compléter l'étude du développement. Nos observations sont tirées surtout de l'*Acanthias vulgaris*. Le canalicule rénal primaire dérive du canalicule de réunion et d'une partie de la vésicule moyenne du canal segmentaire. Après la formation de ce premier canalicule rénal, le reste de la vésicule moyenne a un aspect bilobé. Un des lobes est supérieur et l'autre inférieur, par rapport au corpuscule de Malpighi déjà formé. Tant qu'il n'y a qu'un seul canalicule rénal par segment, la métamérie primitive est conservée, mais il n'en est plus de même pour les stades plus avancés. Dans chaque segment du rein, les canalicules urinaires secondaires, tertiaires, etc., supérieurs par rapport au canalicule rénal primaire, se forment complètement aux dépens des parties provenant du même canal segmentaire (cupules séparées du lobe inférieur de la vésicule moyenne et canalicules collecteurs formés par bourgeonnement de la base du canalicule rénal primaire). Mais pour les canalicules rénaux inférieurs, leur corpuscule de Malpighi et leur partie initiale sécrétrice se forment aux dépens du lobe supérieur de la vésicule moyenne du canal segmentaire immédiatement inférieur, et ce n'est que leurs parties terminales (canalicules collecteurs de deuxième, troisième ordre, etc.) qui pro-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, n° 19.

viennent du même canal segmentaire et se forment par bourgeonnement de la base du canalicule rénal primaire.

Donc, par rapport aux restes des canaux segmentaires, non employés dans la formation du rein, les segments de celui-ci sont *inter-segmentaires* et, par conséquent, *le rein acquiert dans son développement une métamérie secondaire par rapport à la métamérie primaire des canaux segmentaires.*



1, Stade des canaux segmentaires.
2. Stade d'un seul canalicule rénal par segment.
3, Formation des canalicules rénaux secondaires.
4, Figure schématique qui représente deux segments du rein chez *Acanthias*.
A. — Les sept corpuscules qui sont compris dans l'angle A proviennent d'une même vésicule moyenne.

Nous insistons de plus sur le fait que le canal primitif du rein, ou uretère primaire, prend part à la formation du rein, non seulement en participant à la formation des canalicules de réunion, mais aussi en contribuant à

l'allongement des canaux collecteurs primaires. Ce fait est tout à fait évident pour les canaux collecteurs des segments inférieurs qui arrivent à se terminer soit séparément, soit réunis respectivement par leurs bases dans un canal collecteur commun ou uretère proprement dit.

En ce qui concerne la formation des corpuscules de Malpighi, les cupules d'origine sont d'abord fermées par du tissu mésenchymateux, embryonnaire. Celui-ci est pénétré de lacunes vasculaires. Il proémine dans la cavité des cupules. C'est aux dépens de ses éléments que se forment la membrane interne et la plus grande partie de la membrane externe de la capsule de Bowman, sauf la partie basale de celle-ci, en continuité avec la partie initiale du canalicule rénal et qui provient de la partie épithéliale de la cupule; tandis qu'aux dépens des lacunes vasculaires se formera le vaisseau du glomérule.

Enfin, chez les Elasmobranches les plus évolués (observations sur *Raia clavata*), les parties initiales des canaux segmentaires perdent leur relation avec la cavité générale et se transforment en un cordon à peu près complet de *tissu néphrogène*. Aux dépens des éléments de ce cordon se différencient des cupules, qui se développent et forment les corpuscules de Malpighi et les régions initiales des canalicules rénaux secondaires, tertiaires, etc. C'est aux dépens d'un cordon de tissu néphrogène semblable que se développent les parties initiales des canalicules du rein des Vertébrés supérieurs, aussi bien dans le corps de Wolff que dans le rein proprement dit. Il en est certainement de même pour le rein des Ganoïdes, des Téléostéens, des Dipnoï et des Batraciens.

Ces faits confirment une fois de plus que la distinction morphologique entre un mésonephros et un métanephros ne repose sur aucun argument sérieux. L'épididyme est du rein transformé et le corps de Wolff est du rein atrophié.

ZOOLOGIE. — *Sur une forme de phanères propres aux* Pandalidæ. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Décapodes de la famille des Pandalidæ possèdent un caractère assez curieux, qui ne paraît pas avoir été aperçu jusqu'à présent chez ces Crustacés.

Toute la surface du corps, carapace et appendices, est recouverte de phanères affectant la forme d'écailles lancéolées, lisses et planes, de $0^{mm},3$

à $0^{mm},5$ de longueur, sur une largeur maxima de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$, se recouvrant partiellement l'une l'autre, d'une minceur et d'une caducité extrêmes et rappelant celles des Lépidoptères. Chacune est implantée par un court et étroit pédicule dépendant de la face inférieure de l'écaille, et parcourue par une nervure médiane qui cesse rapidement d'être visible. Le pédicule est creusé d'un canal central, rappelant celui que l'on trouve à la base de tous les poils chez les Crustacés. Ces phanères sont parfaitement transparentes et ne deviennent visibles que par une coloration superficielle du spécimen, circonstance qui explique sans doute pourquoi elles sont jusqu'ici passées inaperçues.

Aucun exemplaire ne possède en entier son revêtement d'écailles; mais, comme chacune d'elles laisse par sa chute une cicatrice circulaire, que de semblables pores se trouvent sur toute la carapace, comme aussi quelques écailles sont d'ordinaire préservées au milieu de larges surfaces dénudées, on ne peut avoir aucun doute sur la continuité primitive de ce revêtement.

Les parties dénudées sont surtout les branchiostégites et les pleurons, directement et constamment exposés à des frottements et des chocs. Au contraire, le revêtement d'écailles imbriquées, d'une élégance très grande, est facile à voir dans son intégrité de part et d'autre du rostre, sur le scaphocérite de l'antenne, le bord inférieur des branchiostégites et des pleurons, la face inférieure des uropodes et du telson. Ces écailles se retrouvent d'ailleurs jusqu'à l'extrême pointe du rostre et des pattes thoraciques, sur les fouets antennulaires et les ophtalmopodes.

J'ai examiné à ce point de vue les espèces suivantes : *Pandalus borealis* Kröyer, *P. ensis* A. M.-Edwards, *P. miles* A. M.-Edwards, *P. martius* A. M.-Edwards, *P. pristis* A. M.-Edwards, *P. longipes* A. M.-Edwards, *P. geniculatus* A. M.-Edwards, *Heterocarpus ensifer* A. M.-Edwards, *H. Grimaldii* A. M.-Edwards et E.-L. Bouvier, *Chlorotocus gracilipes* A. M.-Edwards, *Pantomus parvulus* A. M.-Edwards. J'ai aussi examiné un certain nombre d'espèces non encore déterminées de Pandales, sans trouver aucune exception. Peut-être ce revêtement est-il encore plus marqué chez les espèces telles que *P. platyceros* Brandt, *P. pubescentulus* Dana, *Pandalopsis aleutica* Rathbun, indiqués par les auteurs comme ayant une « dense et courte pubescence ».

Par contre, rien de semblable ne peut être relevé chez les Hippolytidæ et les Palemonidæ. On ne trouve pas non plus de ces phanères chez les Nematocarcinidæ et les Acanthephyridæ, dont les espèces sont abyssales et pélagiques comme la plupart des Pandalidæ. Ces phanères, de forme si

spéciale, et dont je ne connais pas d'autre exemple chez les Crustacés, apparaissent donc comme un caractère propre des Pandalidæ, pouvant servir à fixer les limites de cette famille, et qu'il sera intéressant de rechercher dans d'autres groupes.

Comme toujours pour les phanères des Eucyphotes, poils ou épines, ces écailles sont beaucoup plus denses aux extrémités que dans la région cardiaque et dirigées en sens inverse. Il est intéressant de remarquer que les deux extrémités céphalique et anale étaient chez l'embryon contiguës, occupant une extrémité de l'œuf, alors que la région du cœur et des glandes génitales occupait l'autre. L'un des pôles apparaît ainsi nettement caractérisé par la prédominance des formations ectodermiques, toutes dirigées en avant, phanères et organes des sens.

HISTOLOGIE. — *Sur quelques formes anomales de l'amitose dans les épithéliums de revêtement des Mammifères.* Note de M. **Pacaut**, présentée par M. Joannes Chatin.

Le nombre des auteurs qui signalent et qui décrivent les anomalies de la division directe est assez restreint; aucun travail d'ensemble n'a encore, que je sache, résumé l'état de nos connaissances à ce sujet. Aussi m'a-t-il paru intéressant de noter quelques formes un peu spéciales d'amitose nucléaire, qu'il m'a été donné d'observer assez fréquemment au cours de recherches sur ce mode de division dans les épithéliums de revêtement des Mammifères, et en particulier dans l'épiderme normal.

Tout d'abord, l'amitose ne se présente généralement pas, dans ces tissus, absolument conforme au schéma classique de Remak.

Voici en effet ce que l'on peut observer en étudiant, par exemple, l'épithélium cutané du cobaye. L'allongement du noyau y est limité par les dimensions assez restreintes de la cellule, qui, en raison de ses rapports, ne peut guère se déformer. Aussi le pédicule reliant les deux moitiés du noyau sera-t-il extrêmement court; même, dans le cas considéré, il est en quelque sorte virtuel. Le noyau s'étire légèrement en devenant un peu plus vésiculeux; tout autour de son petit équateur se forme un sillon circulaire qui s'approfondit; de la sorte prend naissance une cloison semblable à celle que constitue un diaphragme-iris dont l'ouverture se rétrécit; au centre persiste une communication. Ce pertuis représente ici le filament qui unit les deux masses nucléaires dans l'amitose des éléments amiboïdes. Puis ce pertuis lui-même finit par s'oblitérer, et ainsi les deux noyaux-fils se trouvent parfaitement individualisés dans la cellule mère.

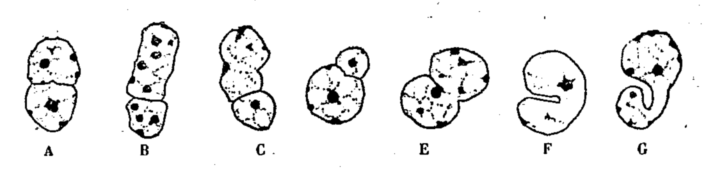
Dans le cas considéré se trouve de la sorte réalisée la formation de ce que j'ai appelé [1] un système de *noyaux géminés* (A).

A côté de cette forme normale, où les deux noyaux néoformés sont sensiblement égaux, tant en volume qu'en teneur en matière chromatique, une première anomalie consiste dans la formation de deux noyaux très nettement inégaux.

Cette inégalité comporte des degrés. Elle peut être faible et, dans ce cas, la teneur en chromatine, évaluée approximativement d'après le nombre de masses chromatiques et l'intensité de coloration de l'enchylème nucléaire, paraît être sensiblement la même dans les deux noyaux.

Ou bien l'un de ceux-ci est notablement (par exemple deux fois) plus petit que l'autre; il est arrondi, moins riche en chromatine; le plus grand, généralement allongé, s'accroît suivant son axe longitudinal (B). La physiologie d'un tel système est particulièrement intéressante; en effet, on voit fréquemment le plus grand noyau, quand il a atteint une longueur environ égale au double de sa largeur, présenter à sa partie médiane une constriction (C), en même temps que tous les signes d'une prochaine amitose. Comme, d'autre part, dans le tissu considéré, il n'est pas absolument rare de trouver des systèmes de 3 noyaux géminés dans une même cellule (*systèmes trigéminés*), il est naturel de penser que ceux-ci ont pour origine une amitose anormale de ce dernier type. Et, de fait, il m'a été donné de trouver tous les passages entre les deux stades.

L'inégalité des produits de l'amitose peut être encore beaucoup plus accentuée; dans ce cas on voit, accolé à un noyau ayant, le plus souvent, le volume et la teneur en chromatine d'un noyau normal, un autre tout petit noyau, souvent hémisphérique, qui ne possède généralement que très peu de chromatine (1 ou 2 masses) (D). On peut, dans ce cas, se demander si le nom de *division directe* du noyau est justifié, et s'il ne s'agit pas là d'un véritable phénomène de *bourgeonnement* nucléaire. Quoi qu'il en soit, je signale le fait, me réservant d'en donner ultérieurement l'interprétation.



Une autre anomalie de l'amitose peut porter, non sur le volume des produits de la division, mais sur le processus même de celle-ci.

On voit, dans ce cas, que, fréquemment, le sillon de constriction du noyau n'apparaît pas tout autour de l'un de ses équateurs, mais d'un côté seulement (E). En même temps qu'il s'approfondit, il s'étend latéralement à une plus grande portion de la mem-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 16 mai 1904, p. 1241.

brane nucléaire, mais sans embrasser complètement le noyau, sauf parfois tout à la fin du processus. Il en résulte que le pertuis de communication des deux noyaux-fils se trouve situé, non plus sur l'axe principal du noyau primitif, mais excentriquement, et contre sa surface. Ce pertuis, suivant que le sillon s'est plus ou moins étendu latéralement (c'est-à-dire suivant que sa courbe a été plus ou moins fermée), peut être circulaire ou ovale. Ou bien si, à un moment donné, la constriction a été plus rapide au centre que sur les bords du sillon, le pertuis a la forme d'un croissant. Dans ce cas, il est assez difficile à observer.

Il peut arriver que les noyaux-fils tendent à se séparer alors qu'ils communiquent encore; le sillon s'élargit alors (F, G) et l'on observe des figures d'aspect variable, suivant le stade où commença cet écartement, en forme, tantôt du cœur de carte à jouer, tantôt de rein, tantôt enfin, quand le pertuis est extrêmement réduit, comme une sorte de binocle. Du reste, l'autonomie des noyaux-fils se trouve réalisée par l'oblitération du pertuis.

Cette dernière anomalie (apparition latérale du sillon) parfois très fréquente, n'a pas encore été signalée, à ma connaissance, dans les épithéliums de revêtement normaux, alors qu'elle est presque constante dans d'autres éléments (cellules de Sertoli, etc.).

Enfin, dans aucune de ces anomalies, pas plus d'ailleurs que dans les amitoses normales dans les mêmes tissus, je n'ai pu apercevoir le centrosome.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La* rouille blanche *du tabac et la nielle ou maladie de la mosaïque.* Note de M. **Georges Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

En 1894, M. Prillieux et moi-même nous avons décrit succinctement une maladie du tabac que, sur la foi de notre correspondant, nous avons qualifiée de *nielle* (1). En réalité, j'ai pu m'en assurer depuis, la maladie que nous avions en vue ne réalise pas le type de la nielle vraie, laquelle est identique à la maladie de la mosaïque, dont la cause est encore aujourd'hui incertaine, bien qu'elle ait fait depuis vingt ans l'objet de nombreuses controverses. Les études que je poursuis depuis près de deux ans me permettent de différencier la maladie étudiée par nous en 1894 de la nielle vraie et de la rapporter à une forme pathologique bien nette, appelée quelquefois en pratique la *rouille blanche du tabac*. La distinction entre la

(1) Prillieux et Delacroix, *Comptes rendus*, 1894, p. 668.

mosaïque et les taches de la rouille blanche a d'ailleurs été négligée aussi par un certain nombre d'auteurs qui se sont occupés de la question (Beijerinck, Marchal, Koning, Woods, Bouygues, etc.). La *rouille blanche* est d'origine bactérienne; la cause de la nielle ou maladie de la mosaïque est encore très incertaine et, malgré l'opinion d'Iwanowsky (1), il n'est pas établi d'une façon définitive qu'elle soit d'origine parasitaire et due à la présence d'une bactérie. Je serais plutôt disposé à accepter l'opinion opposée.

La nielle vraie, qui dans ses formes graves peut s'accompagner de déformations de la feuille (cloques), parfois aussi d'une atrophie variable du limbe (Woods, Iwanowsky), montre assez rarement ces formes en France, quoique j'en aie vu quelques spécimens en 1903 dans le Dauphiné. En France, comme ailleurs, le symptôme le plus commun est la présence sur le limbe de bigarrures en petites taches, les unes d'un vert foncé, les autres d'un vert très pâle. Le même symptôme se montre, au début également, dans la maladie décrite par nous en 1894, la rouille blanche. Mais, dans la nielle vraie, ce sont très généralement les feuilles les plus jeunes qui présentent les premières ce caractère de la maladie et la bigarrure s'étend le plus souvent à toute l'étendue du limbe; dans la rouille blanche, au contraire, les feuilles sont atteintes à l'état adulte, très rarement quand elles sont jeunes, et les bigarrures, de taille plus petite que dans la nielle vraie, sont plus discrètes et moins nombreuses. L'évolution des taches est, dans les deux cas, différente. Dans la nielle vraie, les taches pâles s'étendent de plus en plus sur le limbe au détriment des parties vertes. Bientôt la teinte s'uniformise, devient jaune grisâtre et la feuille se dessèche et meurt.

Les deux maladies, rouille blanche et nielle, sont toujours plus accentuées dans les années humides.

Dans la rouille blanche, la tache pâle ne tarde pas à se limiter en s'entourant d'une marge brunâtre de largeur un peu variable, légèrement proéminente; cette marge est manifestement d'origine subéreuse et elle a pour effet d'arrêter l'extension du parasite. En même temps, la macule centrale pâle dont le diamètre atteint généralement à peine 3^{mm}, blanchit de plus en plus et se dessèche, et l'on y rencontre des cellules souvent vides de tout contenu, figuré ou non, et remplies d'air. Exceptionnellement, à cet état, elles renferment quelques bactéries; mais, quand la tache de rouille blanche est jeune, quand le bourrelet subéreux n'est pas complètement formé, les cellules de la macule étant encore vivantes, on trouve dans ces cellules de nombreuses bactéries mobiles.

La chlorophylle disparaît progressivement des chloroleucites et j'ai lieu de penser

(1) IWANOWSKY, *Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakpflanze* (*Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten,* Vol. XIII, 1903, fasc. I).

que la sécrétion bactérienne qui amène ce résultat est sans doute une diastase oxydante. Si, en effet, on traite par l'alcool fort une culture de cette bactérie, qu'on filtre et reprenne par l'eau le résidu, ce dernier filtré à nouveau colore en jaune pâle la chlorophylle du tabac récemment préparée et privée de l'alcool par évaporation; et, le même liquide donnant à la teinture de gaïac une coloration bleue, on peut penser qu'il renferme une oxydase.

La bactérie de la rouille blanche se cultive facilement dans divers milieux. Le bouillon de veau est à peine coloré en jaune pâle; le voile à la surface du liquide est à peine apparent et les bactéries ayant cessé de se multiplier sont précipitées au fond en un dépôt blanc, filamenteux, légèrement visqueux par agitation. La gélatine est liquéfiée rapidement et en masse. Sur gélose, les colonies sont isolées, petites, opaques, arrondies, assez brillantes à la surface, d'un blanc qui est d'abord un peu crémeux, puis devient avec l'âge très légèrement bleuâtre. En devenant confluentes ces colonies isolées prennent des bords assez irréguliers.

La bactérie se colore par les procédés ordinaires; elle ne prend pas le Gram. Elle forme des éléments cylindriques, courts, d'environ $1^{\mu},5$ sur $0^{\mu},75$, le plus souvent isolés, quelquefois associés par deux, bien plus rarement par trois. Je n'ai pu y découvrir ni cils, ni spores. Un caractère assez spécial à cette bactérie, c'est l'odeur que présentent les cultures vieilles, surtout celles sur gélatine, qui se rapproche un peu de celle de la nitrobenzine, quoique plus faible et vire ensuite vers celle du tabac incomplètement brûlé dans une pipe. Cette bactérie est bien celle dont nous parlions sommairement dans notre Communication de 1894. L'infection a été réalisée sans difficulté de différentes manières, et, en particulier, en aspergeant les feuilles saines, *sans blessure*, avec une culture récente.

L'indication la plus importante du traitement consiste dans l'alternance suffisamment prolongée de la culture; on devra aussi éviter de porter au fumier les pieds atteints qui, ramenés sur le tabac, seraient sans doute capables d'y produire la rouille blanche.

La distinction précise entre la nielle ou mosaïque et la rouille blanche a été sans doute déjà faite par d'autres observateurs : Iwanowsky et Polowtzow distinguent, en effet, la mosaïque et le *Pockenkrankheit;* Sturgis, le *calico* et le *spotting*, qui semble identique au Pockenkrankheit, peut-être aussi à la rouille blanche. Enfin, O. Comes, d'après la doctoresse Francesca Pirazzoli, distingue la *bolla*, considérée comme la nielle des Français et le *mosaico*, qui répond à la rouille blanche. Il y a évidemment là une confusion dans l'acception donnée généralement à ces deux termes.

Aucun de ces auteurs n'a déclaré bactérienne cette maladie; comme je crois cette bactérie non décrite, je l'appellerai *Bacillus maculicola.*

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale des conditions qui déterminent la pénétration des vapeurs de chloroforme dans le sang pendant l'anesthésie chloroformique, et de l'influence des variations de la ventilation pulmonaire sur cette pénétration.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Il est actuellement admis par de nombreux physiologistes que la méthode de chloroformisation par les mélanges titrés d'air et de vapeur de chloroforme (méthode de P. Bert) offre une grande sécurité en vertu du principe physique suivant : Si l'on fait respirer à un animal un mélange titré d'air et de vapeur de chloroforme (7^g à 12^g de chloroforme pour 100^l d'air), cette vapeur se dissout dans le sang jusqu'à ce qu'elle y atteigne une tension équivalente à celle qu'elle possède dans l'air. Avec les mélanges titrés qui ne dépassent pas 12 pour 100, cet équilibre de tension correspondrait pour le sang à une dose de chloroforme anesthésique et non dangereuse qui ne pourrait être dépassée.

Les expériences que j'ai effectuées m'ont montré que cette conception est inexacte. Je démontrerai dans cette Note :

1° Que, pendant l'anesthésie avec des mélanges titrés variant de 7 à 12 pour 100, il ne peut pas s'établir d'équilibre de tension de vapeur entre le sang et le mélange anesthésique, *parce que cet équilibre correspond pour le sang à une dose de chloroforme qui dépasse la dose mortelle.*

2° Qu'il ne se produit à aucun moment d'équilibre stable entre les proportions de chloroforme contenues dans le sang et dans le mélange anesthésique pendant l'anesthésie avec des mélanges titrés.

3° Qu'il se produit un *équilibre variable* entre la vitesse de pénétration du chloroforme et sa vitesse d'élimination et que cet équilibre dépend principalement des modifications de la ventilation pulmonaire.

La constatation de ces faits peut être obtenue par deux voies différentes : 1° sur le sang *in vitro;* 2° sur l'animal vivant.

Expériences in vitro. — Dans un bain-marie à température constante de 38°,5 sont immergés jusqu'au goulot trois flacons d'une capacité de 1^l et dont l'ouverture est fermée par un bouchon de caoutchouc sur lequel sont ajustés un manomètre à mercure et un tube destiné à l'introduction du chloroforme. Un de ces flacons renferme seulement de l'air et les deux autres 100^{cm^3} de sang défibriné ou fluoré dans lequel

on a fait passer au préalable un courant d'air prolongé pour le mettre en équilibre de tension avec l'air extérieur.

L'un des deux flacons contenant le sang sert de témoin; on introduit dans le flacon contenant seulement de l'air une quantité de chloroforme suffisante pour élever la tension de l'air de 15^{mm} de mercure, soit une quantité de 82^{mg},6. On en fait autant dans un des flacons contenant du sang et l'on s'assure que la tension reste constante à 15^{mm} de mercure après agitation du sang; le flacon témoin agité en même temps a dû conserver une tension invariable. Des quantités injectées respectivement dans chaque flacon, on déduit facilement la quantité de chloroforme fixée par le sang. Dans sept mesures successives, 100$^{cm^3}$ de sang mis en contact avec un mélange titré à 8,26 pour 100 ont fixé : 98^{mg},8, 97^{mg},7, 98^{mg},8, 104^{mg},1, 92^{mg},7, 74^{mg},2, c'est-à-dire une proportion de chloroforme notablement supérieure à la dose mortelle qui serait voisine de 0^{g},05 pour 100$^{cm^3}$ de sang, d'après Gréhant et Quincaud. En présence d'un mélange titré à 10 pour 100, 100$^{cm^3}$ de sang fixent environ 0^{g},12 de chloroforme.

Donc, pendant l'anesthésie avec les mélanges titrés à 8 ou 10 pour 100, il ne s'établit pas d'équilibre de tension de vapeur entre le mélange et le sang, puisque la mort se produirait avant que l'équilibre soit atteint. On peut s'en rendre compte par un autre procédé qui ne nécessite aucune mesure.

On prélève 50$^{cm^3}$ de sang artériel à un animal et l'on fait passer dans ce sang un mélange anesthésique à 8 ou 10 pour 100. Puis on tue l'animal par inhalation de chloroforme et l'on prélève 50$^{cm^3}$ de sang artériel au moment de la mort. Si l'on agite ensuite ces deux échantillons de sang avec de l'air dans deux flacons hermétiquement bouchés et d'égale capacité, l'odorat permet de constater sans difficulté que le sang mis en contact avec le mélange à 8 pour 100 contenait plus de chloroforme que le sang prélevé sur l'animal.

Expériences sur l'animal. — La deuxième et la troisième proposition énoncée au début de cette Note sont établies par les faits suivants, qui sont constants et d'une constatation facile :

1° Pendant l'anesthésie d'un animal avec un mélange titré à 9 ou 10 pour 100, la pression artérielle subit des oscillations considérables qui sont l'indice de variations importantes dans la proportion de chloroforme contenue dans le sang;

2° Un mélange titré de 6 à 7 pour 100, qui n'est que très lentement ou incomplètement anesthésique pour le chien, devient rapidement et profondément anesthésique s'il survient une période de polypnée, ou si l'on détermine artificiellement pendant un temps très court cette polypnée par les pressions manuelles sur le thorax. La période d'excitation apparaît rapidement et la polypnée qui se continue naturellement détermine une

anesthésie profonde avec une chute souvent considérable de la pression artérielle.

3° Pendant l'inhalation d'un mélange titré à 4 pour 100, qui n'est pas du tout anesthésique dans les conditions normales de la respiration, une augmentation artificielle de la ventilation pulmonaire par des pressions sur le thorax détermine rapidement l'apparition de la période d'excitation et de la polypnée, et enfin l'anesthésie complète de l'animal.

Si, après une certaine durée de l'anesthésie, on provoque, pendant 2 ou 3 minutes, une polypnée artificielle par des pressions sur le thorax, on détermine une intoxication rapide et profonde avec chute énorme de la pression artérielle.

Ces faits, qui montrent l'impossibilité d'un équilibre stable entre les tensions de vapeur dans le sang et dans le mélange anesthésique, font en outre ressortir l'action importante de la ventilation pulmonaire sur la quantité de chloroforme fixée par le sang.

Je montrerai prochainement que les variations de la ventilation pulmonaire et notamment la polypnée de la période d'excitation sont la cause principale des accidents de la chloroformisation.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le pouvoir sécréteur du rein.*
Note de MM. **Henri Lamy** et **André Mayer**, présentée par M. Dastre.

La sécrétion urinaire a pour résultat la constitution d'un liquide moléculairement plus concentré que le sang, l'urine. Le rein accomplit donc un certain travail. Le lieu où s'accomplit ce travail, et le mode d'énergie qu'il met en jeu sont encore des sujets de controverse. Certains auteurs ont pensé qu'il s'agit surtout d'énergie mécanique (théorie de la filtration) ou d'énergie de concentration, d'énergie osmotique (théorie des membranes hémiperméables).

Pour eux, le travail s'accomplit au niveau des cellules rénales sans qu'elles y prennent une part active. D'autres auteurs croient à une intervention active des cellules, soit qu'elles utilisent d'une manière encore inconnue un mode d'énergie connu; soit même qu'elles mettent en jeu une énergie encore inconnue (théorie vitaliste).

Il nous a semblé qu'avant d'entrer dans ce débat il était nécessaire d'avoir des renseignements précis sur les conditions du travail rénal. La méthode générale que nous avons employée consiste à étudier simultanément

les variations de concentration, dans le sang et dans l'urine, des diverses substances sécrétées.

En particulier, l'étude faite à ce point de vue de la polyurie qui suit les injections intraveineuses de sucres peut apporter quelques éléments d'information.

I. On établit à travers un rein mort, extrait de l'animal, une circulation artificielle. On fait passer, à température et sous pression constantes, un liquide composé d'eau et de trois cristalloïdes en solution : chlorure de sodium, urée, glucose. On recueille les liquides qui s'écoulent par l'uretère et par la veine : à l'analyse, on trouve que ces liquides ont une composition identique à celle du liquide injecté.

Exemple : Circulation à travers un rein de chien prélevé sur l'animal encore vivant. Pression, 1m,50. Température, 37° environ. Durée de la circulation : 4 heures. Quantité de liquide écoulé par la veine, 310cm³; par l'uretère 42cm³.

	Na Cl.	Urée.	Glucose.
Composition du liquide injecté..........	12 pour 1000	4,80	9,75
» » écoulé par la veine (portions passées pendant la première demi-heure, rejetées).................	12 pour 1000	4,80	9,75
Composition du liquide écoulé par l'uretère.	12 pour 1000	4,78	9,79

Ainsi, l'expérience montre que sur le rein mort : 1° la concentration du liquide excrété est la même que celle du liquide injecté; 2° le rapport des concentrations des trois éléments injectés est invariable.

II. A un animal vivant, non anesthésié, on fait une injection intraveineuse d'une solution concentrée de glucose. La polyurie s'établit. On prélève alors, à des intervalles déterminés, une certaine quantité de sang. On recueille l'urine qui s'écoule entre les moments de ces prises. On cherche la concentration des sels, du sucre et de l'urée dans ces deux liquides aux divers moments.

Voici les résultats d'une de ces expériences (10 décembre 1904, chien griffon à poils ras, 18kg,200.)

Temps en minutes.	Sang.			Urine.					Observations.
	Δ total.	Δ des sels.	Sucre p. 1000.	Quantité en cm³.	Δ total.	Δ des sels.	Urée p. 1000.	Sucre p. 1000.	
0m	−0,57	−0,42	2,10	»	»	»	»	»	
25	»	»	»	10	−1,31	−0,86	10,00	0	Injection : 100g glucose dans 100cm³ d'eau.
30	−0,66	−0,38	14,33	72	−0,82	−0,32	2,30	30,90	
35	»	»	»	95	−0,72	−0,26	1,55	35,70	
50	−0,66	−0,37	8,75	191	−0,76	−0,24	0,47	38,00	
80	−0,62	−0,38	3,44	83	−0,98	−0,10	1,30	60,06	
155	−0,65	−0,42	3,98	0	»	»	»	»	

On constate qu'après l'injection, d'une part : 1° la concentration des sels dans le sang varie extrêmement peu; 2° la concentration du sucre y diminue d'une façon continue.

D'autre part : 1° la concentration moléculaire totale de l'urine est constamment supérieure à celle du sang; 2° la concentration des sels et de l'urée *diminue* d'une façon continue mais non parallèlement; 3° la concentration du sucre y *augmente* d'une façon continue.

De l'ensemble de ces expériences il résulte qu'au cours de la polyurie qui suit l'injection intraveineuse de sucres :

1° Les cellules rénales vivantes accomplissent un *travail actif,* puisque la concentration totale de l'urine est supérieure à celle du sang;

2° Les cellules rénales vivantes accomplissent un *travail électif,* puisque le travail de concentration porte seulement sur un des cristalloïdes, le sucre, et non sur les autres, sels et urée; au sens étymologique (*secernere*) la fonction rénale est une sécrétion;

3° Que ce travail électif est *variable,* puisque, en ce qui concerne le sucre, la différence entre les concentrations dans le sang et dans l'urine s'accroît du début à la fin de l'expérience. Par conséquent ce travail dépend *des conditions* de l'expérience. C'est l'étude des conditions qui déterminent ces variations qui peut nous faire pénétrer le mécanisme intime de la sécrétion urinaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. Roux.

I. Dans une Note précédente nous avons annoncé que du sang de cobaye, extrait des vaisseaux et immédiatement dilué dans l'eau distillée, montre, lorsqu'on l'examine au spectroscope à l'aide d'un tube de 20^{cm}, selon le mode opératoire de M. Étard, les bandes d'absorption ordinaires de l'oxyhémoglobine et en outre une bande moins intense dans le rouge. Les solutions d'oxyhémoglobine cristallisée de cheval donnent cette même bande d'absorption, qui, jusqu'à présent, n'avait jamais été signalée dans ces conditions; elle correspond à $\lambda = 634$, c'est-à-dire à la position assignée par Hoppe Seyler à la bande de la méthémoglobine.

Est-ce à dire qu'il existe de la méthémoglobine dans le sang frais dissous dans l'eau, ou dans les solutions de cristaux d'oxyhémoglobine? Ou bien, la bande dans le rouge appartient-elle au spectre de l'oxyhémoglobine? Seuls, des faits pourront nous répondre.

Nous ferons remarquer que la même bande est fournie par les cristaux

récemment préparés d'oxyhémoglobine de cheval, de porc, de chien et qu'écrasés entre deux lames de verre ils la montrent nettement, ce qui élimine l'idée d'une modification du pigment rouge par l'eau employée à la dissoudre. Examinés de la même manière, les cristaux d'oxyhémoglobine de cobaye ne nous ont pas permis d'apercevoir la bande $\lambda = 634$.

Aujourd'hui nous voulons signaler certaines particularités relevées au cours de nos expériences, notamment le déplacement ou la suppression de la bande dans le rouge sous l'influence de certains produits regardés comme ne causant aucune transformation de la matière colorante et employés journellement dans les manipulations du sang.

II. Le chlorure de sodium, un des sels les plus importants de l'organisme, joue un rôle très remarquable vis-à-vis de l'oxyhémoglobine. En solution à 8 pour 100, il supprime nettement la bande $\lambda = 634$ dans le rouge, réputée appartenir à la méthémoglobine et, dans certaines conditions de concentration, ce sel fait apparaître une fine bande $\lambda = 597$.

Le fluorure de sodium déplace la bande de 634 à 612, tous les fluorures alcalins produisent le même déplacement.

L'acide fluorhydrique en solution très étendue donne les mêmes résultats que ses sels alcalins. Nous avons remarqué en outre qu'il faut tenir compte de la concentration et de la température : à 38°, par exemple, la dose de fluorure de sodium, nécessaire au déplacement de la bande, n'est plus la même qu'à 20°, elle est devenue si faible que le fluor n'est plus décelable par le chlorure de calcium. Pour ces concentrations extrêmement faibles en fluorure les deux bandes 634 et 612 peuvent coexister, mais sont peu marquées; on renforce la bande 634 en ajoutant des cristaux d'oxyhémoglobine. Le chlorure de potassium, les iodure et bromure de sodium et de potassium n'ont pas d'action.

L'influence des fluorures est, comme nous l'avons montré, tout à fait prépondérante; si dans une solution salée d'oxyhémoglobine, dont le spectre ne présente plus que les deux bandes du vert, on ajoute une quantité suffisante de fluorure de sodium, la bande $\lambda = 612$ apparaît aussitôt.

L'inverse n'a pas lieu, le chlorure de sodium ne supprimant pas la bande caractéristique des fluorures lorsqu'elle est acquise.

Certains sels à réaction légèrement alcaline : phosphate et arséniate de soude en solution concentrée, donnent dans le rouge une plage obscure 600-606 à la place de la bande 634; enfin cette bande est renforcée par les sulfates alcalins et le sulfate de magnésie ajoutés en quantité insuffisante pour précipiter le pigment.

Les alcalis et le bicarbonate de soude à froid la suppriment; par contre

les acides en solutions étendues, l'acide acétique, l'acide carbonique même, la laissent subsister ou la font apparaître après l'action des alcalis.

Les sérums normaux, les sérums naturellement ou artificiellement hémolytiques, que nous devons à l'obligeance de MM. Martin et Nicolle, se sont comportés comme des solutions faiblement alcalines. L'albumine d'œuf diluée dans l'eau distillée atténue et peut même supprimer la bande $\lambda = 634$.

L'oxyhémoglobine cristallisée est donc sensible, au point de vue spectroscopique, à des substances chimiques que nous regardons, dans les

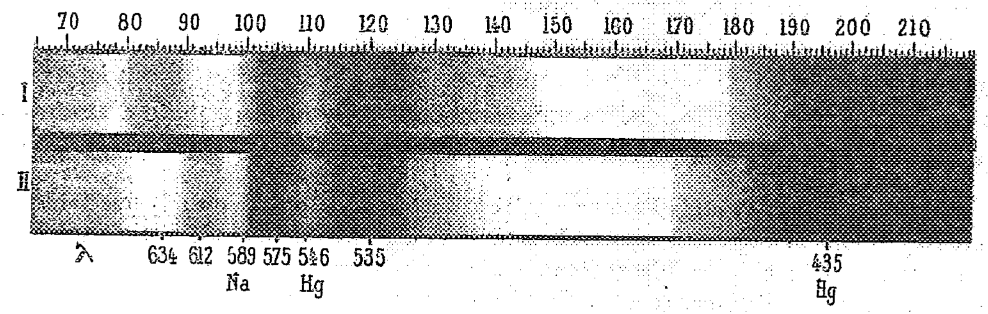


Fig. I. — Spectre de l'oxyhémoglobine cristallisée de cheval en solution dans l'eau pure (vue sous 20^{cm}).
Fig. II. — » » » fluorée (vue sous 20^{cm}).

conditions ordinaires, comme des corps inactifs à cause de leur grande stabilité en solution. Cette sensibilité se manifeste surtout par des variations déterminées dans la position de la bande dans le rouge, bande qui joue ainsi le rôle d'indicateur en se déplaçant dans cet espace du spectre, qui ne comprend pas moins de 25 divisions de notre micromètre (75-100).

Nous devons à l'extrême obligeance de M. P. Lambert de pouvoir présenter ici deux reproductions typiques de nos expériences prises parmi les remarquables clichés qu'il a bien voulu nous remettre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique*. Note de MM. E. Boullanger et L. Massol, présentée par M. Roux.

Les expériences entreprises jusqu'ici sur l'action des sels ammoniacaux sur le ferment nitrique ont été effectuées dans des milieux qui ne conviennent pas à ces études. Le milieu minéral de Winogradsky et Oméliansky contient, en effet, 1 pour 1000 de carbonate de soude calciné et quand on

introduit dans ce milieu du sulfate d'ammoniaque, il se produit du carbonate d'ammoniaque qui se décompose lui-même en donnant de l'ammoniaque. On ne peut donc pas savoir si l'action nocive observée sur le ferment nitrique provient du sel ammoniacal ou de l'ammoniaque libre. D'autre part, Winogradsky et Oméliansky ont établi que le carbonate de soude est indispensable pour la culture du ferment nitrique. Il est possible que les sels ammoniacaux soient sans action sur le ferment nitrique et que seuls l'ammoniaque libre et le carbonate d'ammoniaque qui en dégage sans cesse, gênent ce ferment. Cette idée a été émise récemment, mais sans démonstration expérimentale, par M. Löhnis.

Réduisons la dose de carbonate de soude dans le milieu de culture où nous ajoutons du sulfate d'ammoniaque. Il est clair qu'en diminuant la dose de carbonate de soude, nous diminuerons celle du carbonate d'ammoniaque formé, et, par suite, celle de l'ammoniaque libre.

Expérience. — 24 matras Pasteur reçoivent chacun 20^{cm^3} du milieu minéral Winogradsky et Oméliansky, mais sans carbonate de soude : nitrite de soude, 1^g; phosphate de potasse, $0^g,5$; chlorure de sodium, $0^g,5$; sulfate ferreux, $0^g,4$; sulfate de magnésie, $0^g,3$; eau distillée, 1000^{cm^3}. On ajoute à ce milieu des doses de carbonate de soude croissantes de $0^g,15$ à 1^g par litre. Après stérilisation, les matras sont divisés en trois séries : l'une, α, reçoit 1^{cm^3} d'eau distillée stérile (témoin); la deuxième, β, reçoit 1 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque sous la forme de 1^{cm^3} d'une solution stérile à 2 pour 100; la troisième, γ, reçoit 2 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque sous la forme de 1^{cm^3} d'une solution stérile à 4 pour 100. Tous les matras sont alors ensemencés avec $\frac{1}{5}$ de centimètre cube d'une culture pure de ferment nitrique. Le Tableau suivant indique la durée des nitrifications :

Doses de carbonate de soude.	Série α.	Série β.	Série γ.
1^g pour 1000	6 jours	incomplète	manque
0,75 »	5 »	id.	id.
0,5 »	5 »	30 jours	id.
0,4 »	5 »	10 »	11 jours
0,3 »	5 »	7 »	10 »
0,25 »	5 »	5 »	5 »
0,20 »	4 »	5 »	6 »
0,15 »	7 »	5 »	7 »

Cette expérience permet de tirer les conclusions suivantes : 1° *La dose de* 1 *pour* 1000 *de carbonate de soude n'est pas nécessaire au ferment nitrique; cette dose peut descendre sans inconvénient à* $0^g,2$ *pour* 1000 *dans le milieu Winogradsky et Oméliansky complet.* 2° *Si la dose de carbonate de soude dans ce milieu n'est pas supérieure à* $0^g,25$ *par litre, la durée de transformation du*

nitrite par le ferment est indépendante de la présence ou de l'absence de sulfate d'ammoniaque. 3° *L'action nocive observée par Winogradsky et Oméliansky dans le milieu ordinaire provient de l'ammoniaque libre mise en liberté par la dose de* 1 *pour* 1000 *de carbonate de soude, et le sel ammoniacal ne gêne pas la nitrification nitrique si le milieu ne contient pas de substances capables de déplacer l'ammoniaque en quantités suffisantes pour empêcher le développement du ferment nitrique.*

Nous étudions les conséquences de ces faits sur la vie symbiotique du ferment nitreux et du ferment nitrique et sur la théorie de la nitrification.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la* maladie *des jeunes chiens.* Note de M. **H. Carré**, présentée par M. Roux.

La lecture des nombreux travaux concernant l'étiologie de cette affection, les résultats négatifs ou peu probants de l'inoculation des divers microbes décrits comme agents spécifiques de la *maladie,* la comparaison de certaines des lésions de celle-ci avec celles que l'on constate parfois au cours de l'évolution des maladies provoquées par des microbes ultra-microscopiques passant à travers les filtres, m'ont engagé à reprendre l'étude bactériologique de la *maladie des chiens.*

Tout au début de celle-ci, le jetage nasal est fréquemment virulent. La virulence de ce produit est parfois très grande : inoculé à la dose de 2 gouttes à un jeune chien, il amène la mort en 5 à 6 jours, *sans lésions au point d'inoculation.*

La filtration, sur bougie très poreuse, du jetage dilué dans de l'eau stérilisée, fournit un liquide qui, largement ensemencé en différents milieux, se montre stérile. Cependant, ce liquide, inoculé à de jeunes chiens, provoque l'évolution de troubles morbides fort intéressants.

Au bout de 4 jours la température monte; elle atteint rapidement 40° à 40°,5 et se maintient élevée pendant 2 à 3 jours. L'animal ne tarde pas à présenter un coryza plus ou moins intense, les yeux sont pleureurs, les larmes sont souillées de pus. L'inflammation envahit plus ou moins rapidement et avec une intensité variable les voies respiratoires profondes. Enfin, après 6 à 10 jours, de magnifiques pustules se montrent sous l'abdomen, aux aines, aux cuisses, aux aisselles.

Le jetage, de séreux ou séro-purulent qu'il était, devient muco-purulent; l'animal maigrit considérablement et finalement meurt de broncho-pneumonie.

Cette expérience a été répétée plusieurs fois avec succès.

Suivant l'âge et la race du chien et, probablement aussi, suivant la quantité de filtrat inoculée, la réaction à la suite de l'inoculation est plus ou moins vive.

L'élévation thermique ne fait jamais défaut; le coryza et l'éruption de pustules sont fréquents; la terminaison fatale est exceptionnelle.

L'inoculation du sang défibriné d'un animal infecté par le filtrat à un animal neuf lui donne de la fièvre, du coryza et des pustules. Ce même sang, largement ensemencé en différents milieux, ne donne aucune culture.

Toutes ces expériences ont été réalisées dans des conditions d'isolement si parfaites que les résultats m'autorisent à penser que le virus de la maladie des chiens rentre dans le cadre des microbes filtrants.

GÉOLOGIE. — *Sur une coupe géologique du Haut-Atlas, dans la région du Glaoui (Maroc).* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. A. de Lapparent.

Thomson [1], qui avait parcouru tout le versant nord du Haut-Atlas marocain, avait laissé des notes géologiques, publiées après sa mort; il s'y trouve une coupe de la région du Glaoui. J'ai parcouru à nouveau la région en automne 1904; j'ai pu compléter et modifier la coupe de Thomson.

Je rappellerai d'abord que, dans toute cette région, il n'a pas été trouvé encore de fossiles. Les déterminations d'âge sont donc toutes provisoires et très conventionnelles; elles reposent sur les analogies de facies avec l'Algérie où les fossiles sont d'ailleurs rares (Trias) ou absents (Permien).

On trouve d'abord à Tazert et dans le Touggana des couches d'argiles, de grès rouges et de conglomérats où s'intercalent des roches éruptives vertes et des bancs de calcaires, dépourvus de fossiles à l'examen macroscopique et microscopique. Ces couches (Trias) sont disposées suivant des anticlinaux, dirigés sensiblement est-ouest; en beaucoup de points, ces anticlinaux sont très aigus, de sorte que les bancs de calcaire sont presque verticaux (Tazert). L'axe de l'un de ces anticlinaux est occupé par la vallée de l'oued Imin Zat, en amont de Dar el Caid Mesfiona (Souq el Tlatta).

Dans la vallée de l'Oued Rdat, en amont de Quantra el Abid, on trouve ensuite des grès rouges et des marnes blanches en couches à peu près horizontales; plus loin, en amont de Zerekten, ces grès sont, au contraire, fortement redressés et se présentent en bandes presque verticales, plongeant vers le nord et affleurant suivant des horizontales sensiblement est-ouest. Ces grès sont identiques d'aspect à ceux que j'ai vus aux environs d'Asni (vallée de l'Oued Reraia), que von Fritsch appelle les *grès de Wansero* et que Suess rattache aux grès permiens d'Algérie.

Entre Zerekten et Souq el Gourgah, se substituent brusquement à ces grès, sans qu'on puisse voir le contact, des schistes verts (*Schistes de Tislit*), puis noirs (*Schistes*

---

[1] J. Thomson, *The geology of Northern Morocco and the Atlas mountains* (*Quart. Journal*, t. LV, mai 1889, p. 190-212; p. 200, *fig.* 2).

de Tioulou), qui se prolongent jusqu'au col Tizin Telouët. Je n'y ai trouvé aucun fossile; les derniers sont identiques d'aspect aux schistes du nord de Moulay Brahim où Balansa a trouvé des plantes fossiles que Pomel rapporte être du Culm; on doit les rapprocher des schistes et calcaires que Brives a signalés dans le Haut Goundafi et qu'il considère comme d'âge carbonifère, sans preuve publiée d'ailleurs.

Ces schistes sont affectés de plissements de direction sensiblement nord-sud; ils plongent vers l'ouest ou vers l'est; on sait que Brives a signalé le même fait dans le Goundafi où les plis ont une direction N. 20° E.

Par contre les grès rouges et les poudingues (Permien?) qui viennent au-dessus du col Tizin Telouët et constituent le versant méridional du Haut-Atlas, plongent nettement vers le sud et ne présentent aucune ondulation de direction approximativement nord-sud. Ils montrent, au contraire, dans la vallée de Telouët des plis faibles qui laissent apparaître des couches gypsifères et salifères (Trias) et dont la direction est parallèle à celle de l'Atlas en ce point, c'est-à-dire à peu près N.-E.-E.

Tandis qu'au Djebel Hadid (¹) le phénomène de plissement s'est produit sur le même emplacement et dans le même sens, depuis l'époque triasique jusqu'à l'époque actuelle, dans le Haut-Atlas marocain l'on peut mettre en évidence deux séries de plis superposés.

Les uns affectent les couches primaires et sont dirigés sensiblement N. 20° E. (presque exactement nord-sud dans le Glaoui); ce sont les plis de la chaîne hercynienne; ils ont été signalés par Th. Fischer au nord du Tensift, par Brives dans le Goundafi et jusque dans l'Anti-Atlas. Les autres, parallèles à la chaîne, avaient frappé Thomson; mais Brives, qui avait noté l'existence de grandes failles à peu près est-ouest, avait nié l'existence de ces plis : « L'Atlas n'est donc pas une chaîne de plissements. La chaîne réelle existe, elle a pour orientation celle des plis (N. 20° E.) » (²). Contrairement à cette assertion, je reconnais des plis parallèles à la chaîne et affectant les couches plus récentes (Permien, Trias, Crétacé). Ces plis paraissent pouvoir être considérés comme le prolongement de ceux que mettent en évidence, dans la haute vallée de la Moulouya, les impressions et les croquis de de Foucault, les indications de de Segonzac et l'étude de ses matériaux faite par Ficheur.

Les points où, sur la surface du globe, des plis récents se superposent à des plis anciens de direction différente semblent assez nombreux quoique encore mal étudiés. Les plus connus sont les Sudètes et la vallée du

(¹) PAUL LEMOINE, *Sur la constitution du Djebel Hadid* (*Maroc occidental*) (*Comptes rendus*, 6 janvier 1905, p. 393-394).

(²) A. BRIVES, *Aperçu géographique et géologique sur le grand Atlas marocain* (*Bull. Soc. Géogr. d'Alger*, 4ᵉ trim. 1904, p. 550-557; p. 555).

Guadalquivir. Là, comme l'a indiqué Suess, et le même phénomène paraît s'être produit dans l'Atlas, « ce n'est pas la direction des anciens plis, mais la direction de leur bord fracturé, qui détermine l'allure des plis postérieurs plus récents ».

Il reste à déterminer jusqu'à quel point les poussées tangentielles qui ont déterminé ces plis récents ont remanié les plis anciens, dans quelles conditions tectoniques de détail se fait la superposition des deux sortes de plis et quel rôle prédominant y a joué le Trias, argileux, gypseux et salifère.

PALÉONTOLOGIE. — *Examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois.* Note de M. **H. Mansuy**, présentée par M. de Lapparent.

M. Lantenois, ingénieur en chef des Mines, fut chargé, en 1903, par le Gouvernement général de l'Indo-Chine, d'une mission d'études géologiques et minières se rattachant au choix du tracé de chemin de fer de Lao-Kay à Yunnan-Sen.

Au cours de cette exploration (sept. 1903-janv. 1904) accomplie avec la collaboration de MM. Counillon, du Service géologique, Bourguignon, capitaine d'artillerie coloniale, de Batz, officier topographe, de nombreux fossiles, à la recherche desquels nous avons participé, furent recueillis.

M. Lantenois a bien voulu nous en confier la détermination. Nous avons effectué cette étude sous la direction de M. Douvillé, au laboratoire de l'École des Mines. Nous avons pu reconnaître les niveaux suivants :

1° *Cambrien inférieur.* — Schistes argilo-sableux de Lou-Fon-Tsen, de Tchin-Tcha-In et de I-Léan-Chien (N.-N.-E. de Yunnan-Sen).

Olenellus (*Mesonacis*), nov. sp. Cette espèce rappelle par sa forme *Mesonacis asaphoides*, mais ne présente qu'une épine sur l'un des derniers anneaux du thorax; *Lingulella, Obolella, Discina*. Ce niveau se rattache, par la présence du genre *Mesonacis*, au Cambrien inférieur des États-Unis, ainsi qu'à l'horizon à *O.* (*Mesonacis*) *Mickwitzi*, de la Russie orientale.

2° *Dévonien inférieur.* — Calcaire de La-Ngi-Tsin, au sud de Lou-Nan :

Pterinea lineata.

3° *Dévonien moyen.* — Environ cinquante espèces provenant de nombreuses localités; nous citerons :

Bellerophon striatus, Murchisonia bilineata, M. angulata, Strophalosia produc-

toides, Orthis striatula, Spirifer undiferus, S. (*Nucleospira*) *Takwanensis, Rhynchonella procuboides,* ces deux dernières espèces déjà signalées au Yunnan et au Se-Tchouen par Richthofen; *Pentamerus galeatus, Stringocephalus Burtini, Atrypa explanata, A. desquamata, A. aspera, Carterina,* sp.?, voisin de *Carterina pyramidata,* plus récent, des calcaires à *Productus* de l'Inde; *Cyathophyllum* cf. *helianthoides, Cyathophyllum* cf. *Rœmeri, Cystiphyllum* cf. *americanum, Pachypora,* etc.

L'analogie de cette faune importante avec celle des assises à *Stringocephalus Burtini* de l'Oural a été déjà établie par M. Douvillé (*Comptes rendus,* 26 février 1900, mission Leclère).

4° *Dévonien supérieur.* — Calcaires roses de Si-Tché-I :

Paradoceras, cf. *globosum.*

Calcschistes, entre I-Leang et Lou-Nan :

Spiriferina cristata, Retzia radialis, Terebratula linguata; ces espèces viennent s'ajouter à celles déjà citées de la même localité (mission Leclère).

5° *Carboniférien.* — Calcaires et calcschistes de Eul-Long-Si-Chou, Lo-Chou-Tong, etc.

Orthotetes crenistria.

6° *Carboniférien supérieur.* — Calcaire de Kouen-Iang, au sud du lac de Yunnan-Sen :

Spirifer mosquensis, atteste le synchronisme du calcaire de Kouen-Iang avec le Carboniférien du Tonkin (Douvillé, *Bull. Soc. géol. France,* avril 1886). De I-Léang Chien, *Campophyllum.* Environs de Tong-Hai, *Fusulina,* cf. *Kattaensis* du groupe des fusulines subcylindriques des calcaires à *Productus* de l'Inde.

7° *Permien moyen* ou *supérieur.* — Fossiles silicifiées, dégagés, de Lou-Me-I, près Lou-Nan :

Spirifer Blasii Vern., identique au spécimen figuré dans *Russia,* Pl. VI.

Camarophoria globulina Phill., du permien d'Europe et du calcaire à *Productus* moyen de Jabi et de Chidru (Indes). *Hemiptychina* cf. *sparsiplicata,* du calcaire à *Productus* moyen de Katta. Le *Spirifer Blasii,* nous montre que les nombreuses similitudes paléontologiques reconnues dans la plupart des termes de la série primaire, entre les terrains synchroniques de la Russie et de l'Extrême-Orient, se sont manifestées jusqu'à la fin de la période paléozoïque.

8° *Trias supérieur.* — Marnes vertes de Tse-Tchou, près A-Mi-Tchéou :

Protrachyceras Thous Dittmar, du niveau à *Trachyceras austriacum,* étage carnien.

Schistes argileux, entre A-Mi-Tchéou et Ni-Ou-Ké; calcaire près Koa-Tien :

Trachyceras Suessi Mojs.

Point situé à 7^{km} S.-S.-E. de A-Mi-Tchéou :

Trachyceras Tibeticum Mojs., du carnien de Rimkin Paiar.

De La-Ni-Pé :

Daonella indica Bittner.

Le trias supérieur des environs de A-Mi-Tchéou renferme ainsi des espèces du calcaire de Hallstadt et de l'étage carnien de l'Inde.

9° *Tertiaire*. — Les terrains tertiaires sont localisés dans des cuvettes lacustres, dont l'origine est peut-être attribuable à des phénomènes d'effondrement. A Pou-Tchao-Pa, les schistes subordonnés aux lignites nous ont donné des *Planorbis* et des *Paludina*, fréquemment écrasés et que nous n'avons pu identifier. A Mi-La-Ti, les couches de combustible renferment des *Tylotoma*, qui établiraient la contemporanéité de ce gisement avec les lignites de Yen-Bay, au Tonkin.

La présence de grands amas de coquilles de *Paludina* (*Margaria*), dans les argiles de décalcification, à plus de 50^m au-dessus du lac de Tong-Haï, laisserait supposer que le niveau des lacs du Yunnan se serait maintenu, pendant l'époque quaternaire, à une altitude beaucoup plus considérable qu'à l'époque actuelle.

En résumé, l'étude des nombreux fossiles recueillis par M. Lantenois confirme les analogies reconnues antérieurement entre les faunes primaire et secondaire de la région indo-chinoise et les faunes synchroniques de l'Inde et de l'Asie centrale. L'intéressante découverte de Trilobites du genre *Olenellus* nous montre, d'autre part, que, dès les temps cambriens, la vie animale revêtait déjà des formes presque identiques, en Extrême-Orient, dans l'Europe orientale et en Amérique; de plus, nous constatons que cette ressemblance a persisté avec l'Europe pendant toute la durée de l'ère primaire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le cercle de Bishop de la Montagne Pelee de la Martinique*. Note de M. **F.-A. Forel**.

J'ai déjà entretenu deux fois l'Académie (¹) de l'apparition nouvelle en 1902-1903 de la couronne circumsolaire que nous avons appelée *cercle de Bishop*, en 1884, quand elle avait été observée, pour la première fois, à la suite de l'éruption du Krakatoa (²). Cette réapparition d'un cercle de dif-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 380 et t. CXXXVIII, 1904, p. 688.

(²) *Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 1132.

fraction a été attribuée, par moi et par tous les physiciens qui s'en sont occupés, à des cendres projetées dans la haute atmosphère par les éruptions volcaniques des Antilles, Montagne Pelée de la Martinique et Soufrière de Saint-Vincent, en mai 1902.

Cette seconde manifestation du cercle de Bishop a été signalée par des observateurs isolés depuis l'été de 1902; elle est devenue bien évidente et de constatation continue depuis les premiers jours d'août 1903; elle a diminué d'intensité vers la fin de l'hiver; elle est devenue rare et espacée au printemps et a disparu vers le milieu de juillet 1904.

Parmi les nombreuses observations dont je dispose, je choisis, pour donner une idée de ses allures, celles de M. Richard Fink, le savant météorologiste de la station du Saint-Gothard, qui sur ma demande, depuis septembre 1903, surveille, à 2114^{m} d'altitude, les apparitions du cercle de Bishop. Il l'a reconnu :

1903.	Septembre.....	20 jours	1904.	Mars..........	2 jours
	Octobre.......	16 »		Avril...........	1 »
	Novembre.....	16 »		Mai............	1 »
	Décembre.....	10 »		Juin...........	0 »
1904.	Janvier........	14 »		Juillet..........	1 »
	Février........	9 »		Août...........	0 »

D'accord avec ceux de mes collègues qui ont suivi cette observation, je fixe à la fin de juillet 1904 la fin de l'apparition du cercle de Bishop de la Montagne Pelée.

Le phénomène a duré un peu plus de 2 ans; il avait duré 3 ans après l'éruption du Krakatoa.

Comme pour celui du Krakatoa, le phénomène, après avoir été d'apparition continue, est devenu, à sa fin, intermittent et discontinu. Nous traduisons ces faits en supposant que les cendres volcaniques projetées dans la haute atmosphère, au-dessus de la région des pluies et des neiges, se sont étalées en un anneau d'abord continu, un anneau de Saturne terrestre, qui plus tard s'est divisé en nuages isolés, discrets, promenés par les courants supérieurs successivement sur les divers méridiens du globe.

Donc, le phénomène a cessé d'être visible en juillet 1904. Mais dans l'automne de la même année on l'a vu reparaître. M. E. Bosshardt, dessinateur de panoramas alpins, à Winterthur, dans ses ascensions au Tödi, à plus de 3000^{m} d'altitude, l'a reconnu les 5 et 15 octobre. M. le professeur Mercanton, de Lausanne, l'a vu au Saint-Bernard, 2470^{m}, le 5 novembre; à Champéry, 1050^{m}, le 6 décembre; à Anzeindaz, 1900^{m}, le 18 décembre, et maintes fois encore pendant l'hiver, jusqu'au 5 janvier 1905, dernière observation utilisable. M. G. Maier, de Zurich, l'a vu sur le Righi, 1800^{m}, le 20 octobre. M. le Dr E. Sarasin, de Genève, l'a vu de son chalet de la Faucille, 1300^{m}, le 20 novembre. En plaine, M. le Dr J. Maurer l'a vu de Zurich, le 4 décembre; moi-même de Morges, du 8 au 12 décembre.

Enfin M. R. Fink l'a noté au Saint-Gothard, du 1er au 4 octobre, les 2, 5, 14, 15, 19,

20 novembre, le 18 décembre et jours suivants, les 2, 3, 9, 14, 20, 22, 25, 30 janvier 1905.

Donc, nouvelle apparition du phénomène. A-t-elle des relations avec celle de 1902-1904? Est-ce un autre anneau de poussières, dû peut-être aux éruptions des volcans de l'Islande, d'avril 1904? Je n'ai pas encore les éléments de réponse à ces questions.

Mais je constate que le phénomène du cercle de Bishop est relativement fréquent : trois apparitions, d'une durée totale de près de 6 ans, dans les vingt dernières années. Je constate que, s'il est difficilement visible de la plaine, il est d'observation facile pour ceux qui, sur la montagne, sont au-dessus des couches poussiéreuses des basses régions.

Les relations probables du phénomène avec les éruptions volcaniques riches en cendres rendent son observation intéressante; il serait utile qu'elle fût suivie avec attention. Ce ne sont que les observatoires de montagne qui peuvent le faire avec succès; donc il est urgent que ces instituts y consacrent une partie de leur activité.

Je me permets donc de demander aux observatoires de montagne :

1° D'admettre dans leurs tableaux d'observations une colonne intitulée : *cercle de Bishop;*

2° D'inscrire dans cette colonne :
de 1 à 5, les notes d'apparition plus ou moins évidente de la couronne,
o, l'absence de la couronne, les conditions étant favorables,
?, les jours où l'observation n'est pas possible;

3° Dans le cas d'une nouvelle apparition du cercle de Bishop, qu'ils avertissent immédiatement tous leurs collègues des observatoires de montagne, afin que l'étude soit faite simultanément et avec ensemble.

M. P. Etges adresse une *Contribution à l'étude des rayons* N.

M. E.-S. Bellenoux adresse une Note *Sur la culture de la Pomme de terre.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

N° 10.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 6 mars 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Président communique un télégramme de M. *Jean Charcot*, relatif à l'exploration des régions antarctiques 617

M. Gaston Darboux. — Sur les trajectoires orthogonales d'une famille de surfaces 618

M. J. Boussinesq. — Formule rationnelle du coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque 622

MM. A. Haller et F. March. — Étude des 1-méthyl-4-benzylcyclohexanols et 1-méthyl-4-dibenzylcyclohexanol 624

MM. E.-L. Bouvier et G. Seurat. — *Eumedon convictor*, Crabe commensal d'un Oursin 629

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. W. Bell Dawson adresse un Mémoire relatif à l' « Installation des marégraphes sous les climats rigoureux et dans les régions lointaines » 631

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale l'Ouvrage suivant : « Nouvelles Tables d'intérêts composés et d'annuités et Précis de la théorie et de la pratique des opérations financières à long terme, particulièrement des emprunts, par *F. Vintéjoux* » 632

M. Th. Moreux. — Sur la constitution des taches solaires 632

M. L. Lecornu. — Sur le frottement de glissement 635

M. Georges Marié. — Oscillations des véhicules de chemin de fer sur leurs ressorts de suspension 637

M. Driencourt. — Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion 639

M. A. Leduc. — Sur quelques densités de gaz et la précision qu'elles comportent ... 642

M. Bronislas Sabat. — Action du bromure de radium sur la résistance électrique des métaux 644

M. Pierre Massoulier. — Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes ... 647

M. S. Turchini. — Variations de l'étincelle équivalente du tube à rayons X 649

M. Gaston Gaillard. — Sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite 652

MM. André Brochet et Joseph Petit. — Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique 655

M. H. Copaux. — Propriétés physiques comparatives du cobalt et du nickel purs 657

M. L.-J. Simon. — Action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine (nitrate, phosphate, arséniate) 659

M. E.-E. Blaise. — Sur l'oxygène quadrivalent 661

M. P. Carré. — Sur la décomposition de l'alcool *o*-nitrobenzylique, sous l'influence de la soude aqueuse et de la soude alcoolique 663

M. L. Lutz. — Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles 665

MM. Eug. Charabot et G. Laloue. — Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle 667

M. H. Lagatu. — Sur l'analyse dite *physico-chimique* de la terre arable 669

M. I. Borcea. — Sur quelques faits relatifs au développement du rein des Élasmobranches 672

M. H. Coutière. — Sur une forme de phanères propres aux *Pandalidæ* 674

M. Pacaut. — Sur quelques formes anomales de l'amitose dans les épithéliums de revêtement des Mammifères 676

M. Georges Delacroix. — La *rouille blanche* du tabac et la nielle ou maladie de la mosaïque 678

N° 10.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. J. TISSOT. — Étude expérimentale des conditions qui déterminent la pénétration des vapeurs de chloroforme dans le sang pendant l'anesthésie chloroformique et de l'influence des variations de la ventilation pulmonaire sur cette pénétration......... 681

MM. HENRI LAMY et ANDRE MAYER. — Sur le pouvoir sécréteur du rein............ 683

MM. M. PIETTRE et A. VILA. — Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine......... 685

MM. E. BOULLANGER et L. MASSOL. — Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique................................ 687

M. H. CARRÉ. — Sur la *maladie* des jeunes chiens.................................. 689

M. PAUL LEMOINE. — Sur une coupe géologique du Haut-Atlas, dans la région du Glaoui (Maroc).......................... 690

M. H. MANSUY. — Examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois.................................... 692

M. F.-A. FOREL. — Le cercle de Bishop de la Montagne Pelée de la Martinique...... 694

M. P. ETGES adresse une « Contribution à l'étude des rayons N »................... 696

M. E.-S. BELLENOUX adresse une Note « Sur la culture de la Pomme de terre » 696

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 11 (13 Mars 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MARS 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution.* Note de M. GASTON DARBOUX.

1. Les surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution qui a pour équation

$$x^2+y^2=4\tau z \tag{1}$$

sont définies, comme on sait, par des équations de la forme suivante :

$$\left\{\begin{aligned} x &= \frac{\tau i}{2}(f_2\varphi_1-f_1\varphi_2)+\frac{\tau i}{2}\int(f_1\,df_2-f_2\,df_1)-\frac{\tau i}{2}\int(\varphi_1\,d\varphi_2-\varphi_2\,d\varphi_1),\\ y &= \frac{\tau i}{2}(f\varphi_2-f_2\varphi)+\frac{\tau i}{2}\int(f_2\,df-f\,df_2)-\frac{\tau i}{2}\int(\varphi_2\,d\varphi-\varphi\,d\varphi_2),\\ z &= \frac{\tau i}{2}(f_1\varphi-f\varphi_1)+\frac{\tau i}{2}\int(f\,df_1-f_1\,df)-\frac{\tau i}{2}\int(\varphi\,d\varphi_1-\varphi_1\,d\varphi), \end{aligned}\right. \tag{2}$$

où f, f_1, f_2 désignent des fonctions d'un paramètre α assujetties à la condition

$$f^2+f_1^2+f_2^2=1, \tag{3}$$

et où φ, φ_1, φ_2 désignent des fonctions d'un autre paramètre β assujetties de même à la relation

$$\varphi^2+\varphi_1^2+\varphi_2^2=1. \tag{4}$$

Si les fonctions φ, φ_1, φ_2 sont imaginaires conjuguées de f, f_1, f_2 respectivement, et si α et β prennent des valeurs imaginaires conjuguées, les

formules (2) définiront évidemment une surface réelle (Σ) applicable sur le paraboloïde proposé. En y changeant le signe de φ, φ_1, φ_2, on obtiendra les formules suivantes :

$$(5)\quad \begin{cases} x' = \dfrac{\tau i}{2}(f_1\varphi_2 - f_2\varphi_1) + \dfrac{\tau i}{2}\displaystyle\int(f_1\,df_2 - f_2\,df_1) - \dfrac{\tau i}{2}\int(\varphi_1\,d\varphi_2 - \varphi_2\,d\varphi_1),\\ y' = \dfrac{\tau i}{2}(f_2\varphi - f\,\varphi_2) + \dfrac{\tau i}{2}\displaystyle\int(f_2\,df - f\,df_2) - \dfrac{\tau i}{2}\int(\varphi_2\,d\varphi - \varphi\,d\varphi_2),\\ z' = \dfrac{\tau i}{2}(f\,\varphi_1 - f_1\varphi) + \dfrac{\tau i}{2}\displaystyle\int(f\,df_1 - f_1\,df) - \dfrac{\tau i}{2}\int(\varphi\,d\varphi_1 - \varphi_1\,d\varphi), \end{cases}$$

qui détermineront une nouvelle surface réelle (Σ'). Cette surface sera, elle aussi, applicable sur le paraboloïde proposé. Les deux surfaces (Σ), (Σ') sont tangentes à la droite qui unit leurs points correspondants M, M' et elles constituent les deux nappes de la développée d'une surface normale à toutes les positions de la droite MM'.

2. Si l'on définit la fonction H par l'équation

$$(6)\qquad H = f\varphi + f_1\varphi_1 + f_2\varphi_2,$$

on reconnaît immédiatement que cette fonction est réelle et positive et même supérieure à 1. On peut poser

$$(7)\qquad \begin{vmatrix} f & \varphi & df + d\varphi \\ f_1 & \varphi_1 & df_1 + d\varphi_1 \\ f_2 & \varphi_2 & df_2 + d\varphi_2 \end{vmatrix} = \frac{2i}{\tau}(H+1)\,dV$$

et

$$(8)\qquad \begin{vmatrix} f & \varphi & df - d\varphi \\ f_1 & \varphi_1 & df_1 - d\varphi_1 \\ f_2 & \varphi_2 & df_2 - d\varphi_2 \end{vmatrix} = \frac{2}{\tau}(H-1)\,dU,$$

U et V étant des fonctions *réelles*. En les introduisant, on peut mettre l'élément linéaire de (Σ) sous la forme

$$(9)\qquad ds^2 = \frac{\tau^2}{4}\,\frac{H+1}{H-1}\,dH^2 + (2H-2)\,dU^2,$$

et celui de (Σ') sous la forme semblable

$$(10)\qquad ds'^2 = \frac{\tau^2}{4}\,\frac{H-1}{H+1}\,dH^2 + (2H+2)\,dV^2.$$

Ces formules montrent bien que (Σ) et (Σ') sont applicables sur le para-

boloïde défini par l'équation (1). Mais il y a à cet égard une différence entre les deux surfaces qu'il importe de signaler. Tandis que, pour le premier élément, l'application sur le paraboloïde est réalisée par les formules

$$(11) \quad x = \tau\sqrt{2H-2}\cos\frac{U}{\tau}, \qquad y = \tau\sqrt{2H-2}\sin\frac{U}{\tau}, \qquad z = \frac{\tau}{2}(H-1),$$

qui font correspondre un point *réel* de (Σ) à un point *réel* du paraboloïde; pour le second élément, au contraire, l'application est déterminée par les formules

$$(12) \quad x = \tau i\sqrt{2H+2}\cos\frac{V}{\tau i}, \qquad y = \tau i\sqrt{2H+2}\sin\frac{V}{\tau i}, \qquad z = -\frac{\tau}{2}(H+1),$$

qui font correspondre la nappe *réelle* de (Σ') à une nappe *imaginaire* du paraboloïde proposé.

3. On n'a pu encore déterminer toutes les surfaces algébriques qui peuvent être fournies par les formules (2) ou (5). La solution de ce problème dépend, comme on sait, de la recherche des courbes algébriques à torsion constante. Malgré les efforts d'un grand nombre de géomètres, cette question, aussi intéressante au point de vue analytique qu'au point de vue géométrique, n'a pu être encore entièrement résolue. Je me propose ici de faire connaître des surfaces particulières algébriques qui sont sans doute les plus simples de toutes celles qui sont définies par les formules (2) et (5) et de montrer ensuite comment on peut en faire dériver une suite illimitée de solutions du problème.

D'après la relation (3), la courbe imaginaire décrite par le point de coordonnées f, f_1, f_2 est tracée sur la sphère de rayon 1. Parmi toutes les courbes tracées sur la sphère, le cercle est la plus simple et, parmi tous les cercles, le plus simple est celui qui est contenu dans un plan isotrope. En choisissant convenablement les axes, on pourra ramener l'équation de ce plan à la forme simple

$$x + iy = a,$$

où a désignera une constante réelle et positive. Les valeurs correspondantes de f, f_1, f_2 s'en déduiront et seront

$$(13) \qquad f = \frac{1+a^2-\alpha^2}{2a}, \qquad f_1 = i\frac{1-a^2-\alpha^2}{2\alpha}, \qquad f_2 = \alpha.$$

Celles de $\varphi, \varphi_1, \varphi_2$, qui doivent être imaginaires conjuguées, seront de

même

$$(14)\qquad \varphi=\frac{1+\alpha^2-\beta^2}{2\alpha},\qquad \varphi_1=-i\frac{1-\alpha^2-\beta^2}{2\alpha},\qquad \varphi_2=\beta.$$

En remplaçant les f et les φ par ces valeurs dans les formules (2) et (5) après avoir posé

$$(15)\qquad \tau=-2a^2,\qquad \alpha=u+vi,\qquad \beta=u-vi,$$

on trouvera les formules

$$(16)\qquad \begin{cases} x= 4a\dfrac{u^3}{3},\\ y=-2av\left(u^2+\dfrac{v^2}{3}+1+a^2\right),\\ z=\dfrac{1}{2}(u^2+v^2)^2+(a^2+1)(v^2-u^2)+\dfrac{1}{2}(1-a^4),\end{cases}$$

qui définiront la surface (Σ) et les suivantes :

$$(17)\qquad \begin{cases} x'=-2au\left(v^2+\dfrac{u^2}{3}+a^2-1\right),\\ y'= 4a\dfrac{v^3}{3},\\ z'=-\dfrac{1}{2}(u^2+v^2)^2+(a^2-1)(v^2-u^2)-\dfrac{1}{2}(1-a^4),\end{cases}$$

qui définiront la surface (Σ'). L'une et l'autre seront applicables sur le paraboloïde

$$(18)\qquad x^2+y^2=8a^2z.$$

4. Les formules (16) et (17) se prêtent très bien à l'étude de (Σ) et de (Σ'); les deux surfaces sont, l'une et l'autre, *unicursales*. Au point de vue algébrique, elles ne diffèrent pas essentiellement, car on passe de la première à la seconde en remplaçant

$$a,\quad u,\quad v,\quad x,\quad y,\quad z,\quad \alpha,\quad \beta$$

respectivement par

$$ia,\quad iv,\quad iu,\quad y',\quad x',\quad -z',\quad -\beta,\quad \alpha.$$

Leurs sections planes sont représentées par des courbes du quatrième ordre ayant les mêmes directions asymptotiques; et, par conséquent, les surfaces sont du douzième ordre.

Leur classe aussi se détermine aisément. Si l'on écrit l'équation d'un plan sous la forme

$$lx + my + nz + p = 0,$$

on aura par exemple, pour le plan tangent à la première surface,

$$(19) \quad \begin{cases} l = 1 + a^2 - u^2 + v^2, \quad m = 2uv, \quad n = 2au, \\ p = \frac{au}{3}[(a^2 + 1 + u^2 + v^2)^2 + 4(a^2 + 1)(v^2 - 1) + 2a^2(a^2 + 1)], \end{cases}$$

et de là on déduit facilement que les surfaces sont de la dixième classe.

En ce qui concerne leur forme, les résultats sont également très simples. Pour la surface (Σ), il existe une *seule forme;* en ce sens que, pour passer d'une valeur de a à une autre, il suffit de multiplier les coordonnées x, y, z par trois constantes convenablement choisies. En ce qui concerne (Σ'), dont la forme est beaucoup plus compliquée, il y a lieu de distinguer trois cas suivant que a^2 est supérieur, égal ou inférieur à 1. Mais, comme j'ai l'intention de faire construire des modèles, je n'insiste pas sur ces particularités. Je me contenterai de remarquer que l'on peut ici réaliser l'application sur le paraboloïde. Les quantités H, U et V qui figurent dans les formules (9) et (10) ont ici pour valeurs

$$(20) \quad \begin{cases} H = 1 + \frac{(u^2 + v^2 + a^2 - 1)^2 + 4v^2}{2a^2}, \\ U = 2a^2 v + 2a^2 \operatorname{arc\,tang} \frac{2v}{u^2 + v^2 + a^2 - 1}, \\ V = 2a^2 u + a^2 \operatorname{Log} \frac{(u-1)^2 + v^2 + a^2}{(u+1)^2 + v^2 + a^2}. \end{cases}$$

5. Revenant au problème général de la détermination des surfaces algébriques applicables sur le paraboloïde, je remarquerai que la solution particulière précédente suggère l'idée de chercher de simples polynomes f, f_1, f_2 satisfaisant identiquement à l'équation (3). On reconnaît aisément que la solution générale de cette équation est donnée par les formules

$$(21) \quad f = AB - CD, \quad f_1 = i(AB + CD), \quad f_2 = AD + BC,$$

où A, B, C, D sont quatre polynomes assujettis à l'unique équation

$$(22) \quad AD - BC = 1.$$

On semble n'avoir réalisé de cette manière aucun progrès, puisqu'on a

remplacé l'équation à résoudre (3), qui ne contient que trois polynomes, par l'équation (22), qui en contient quatre. Mais la forme même de cette nouvelle équation nous apprend que si l'on en a plusieurs solutions

$$\begin{matrix} A, B, & A_1, B_1, & \ldots, \\ C, D; & C_1, D_1; & \ldots, \end{matrix}$$

la multiplication des systèmes précédents en fournira de nouvelles. De là résulte un moyen d'obtenir un nombre illimité de solutions de l'équation (22). Il suffit de prendre comme point de départ les systèmes simples tels que les suivants :

$$\begin{matrix} 1 & t \\ 0 & 1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix}$$

où a, b, c, d désignent des constantes assujetties à la condition

$$ad - bc = 1,$$

et où t désigne la variable indépendante. On peut même établir qu'en opérant la composition de ces systèmes simples, on aura toutes les solutions de l'équation (22), c'est-à-dire du problème tel que nous l'avons limité.

MÉCANIQUE. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. PAUL PAINLEVÉ.

1. Je voudrais présenter quelques observations au sujet de l'intéressante Communication qu'a faite, lundi dernier, M. Lecornu et où il discute les difficultés que j'ai signalées jadis, introduites par l'application des lois empiriques du frottement de glissement.

Je rappelle d'abord brièvement les conclusions auxquelles j'étais parvenu : je me place, pour plus de simplicité, dans le cas où le système mobile est un disque circulaire non homogène, pesant, qui glisse sans frottement sur une planche horizontale.

Le disque étant lancé sur la planche dans un plan vertical, le mouvement a lieu dans ce plan. Soit G le centre de gravité du disque, point distinct de son centre géométrique C; soient (à l'instant t) a, b les distances de G à la verticale de C et à la planche, ω la vitesse angulaire de rotation instantanée du disque, N la composante normale (nécessairement dirigée vers le haut) de la réaction de la planche vers le disque et F la composante tangentielle

(directement opposée à la vitesse de glissement w du disque). Enfin, soient M la masse du disque, r son rayon, MK^2 son moment d'inertie par rapport à G.

Il est d'abord très facile de montrer que, si, à l'instant t, la quantité $g + \omega^2(r - b)$ est positive, le disque ne peut se soulever au-dessus de la planche et reste, par conséquent, en contact avec elle (au moins un certain temps). Le théorème du mouvement du centre de gravité et le théorème des aires donnent alors ([1])

$$(1) \qquad N - \frac{ab}{K^2 + a^2} F = \frac{M[g + \omega^2(r - b)]}{\left(1 + \frac{a^2}{K^2}\right)},$$

dans le cas où la vitesse de glissement w est dirigée dans le sens de G′A (G′ projection horizontale de G, A point de contact du disque et de la planche). Quand w est dirigée dans le sens inverse, il faut, dans l'équation (1), changer F en $-$F.

Supposons donc que, à l'instant t_0, $g + \omega_0^2(r - b_0)$ soit positif et w_0 de sens G′A. Puisque N et F sont positifs [ainsi que a, b et le second membre de (1)], l'équation (1) entraîne l'inégalité

$$\frac{F}{N} < \frac{K^2 + a^2}{ab}.$$

Si donc $\frac{K^2 + a_0^2}{a_0 b_0}$ est inférieur ou égal à f (coefficient de frottement de glissement de Coulomb), $\frac{F}{N}$ *sera, dans le mouvement, sûrement inférieur à la valeur f que lui attribue la loi de Coulomb,* et cela dans tout l'intervalle de temps $t_0 - t_1$ où les conditions

$$(2) \qquad \frac{K^2}{ab} + \frac{a}{b} \leqq f, \qquad w \neq 0, \qquad g + \omega^2(r - b) \neq 0$$

resteront vérifiées.

La discussion repose uniquement sur le principe de l'action et de la réaction et sur l'hypothèse de la rigidité du disque et de la planche. Si ces deux solides sont déformables, la discussion s'applique approximativement, pourvu que l'amplitude des déformations soit négligeable par rapport au

---

([1]) Je néglige le frottement de roulement dont le rôle dans la discussion est insignifiant.

déplacement du disque dans l'intervalle de temps $t_0 - t_1$, ou, si l'on veut, pourvu que l'intervalle de temps $t_0 - t_1$ soit grand par rapport à la durée des petites vibrations des particules des solides autour de leurs positions moyennes.

2. M. Lecornu a proposé, de la difficulté précédente, deux explications qui d'ailleurs s'excluent, mais dont la conclusion positive est la même. D'après M. Lecornu : *Quand les conditions initiales satisfont aux inégalités* (2) *il se produit une véritable* PERCUSSION *qui, en un temps inappréciable, annule la vitesse de glissement et ramène le système instantanément à des conditions où ϖ est nul.*

Je remarque d'abord que, si cette conclusion devait être vérifiée par les faits, elle ne rendrait que plus intéressante l'étude des circonstances singulières que j'ai signalées. Car ce serait là le premier exemple d'une *percussion sans choc,* j'entends d'une percussion entre deux corps qui ne se heurtent pas, mais dont les vitesses se raccordent. Malheureusement, les considérations qui suivent rendent, à mon avis, peu vraisemblable (du moins en général) la conclusion de M. Lecornu.

3. Étudions d'abord la première explication de M. Lecornu : M. Lecornu admet que la loi de Coulomb subsiste dans l'intervalle de temps $t_0 - t_1$, mais il tient compte de la déformation des solides en contact, en supposant le disque très dur par rapport à la planche. Soit z la hauteur dont le disque s'enfonce dans la planche, ou (si l'on veut) dont descend le centre géométrique C du disque; l'équation (1) doit être remplacée par la suivante :

$$(3) \qquad z'' = g + \omega^2(r - b) + \frac{N}{M}\left(1 + \frac{a^2}{K^2} - f\frac{ab}{K^2}\right).$$

M. Lecornu admet ensuite que N est proportionnel à z, soit $\frac{z}{N} = \lambda$: si λ est très petit, N et F sont très grands, et, par suite, ϖ s'annule très vite au bout d'un temps qui tend vers zéro avec λ. Il est donc loisible de supposer λ assez petit pour que l'intervalle de temps $t_0 - t_1$ soit inappréciable et que le phénomène constitue une véritable percussion.

Les hypothèses précédentes sont logiquement admissibles, mais elles sont d'autre part arbitraires. Elles introduisent une indéterminée λ, et l'on dispose de cette indéterminée pour atteindre le but qu'on s'est proposé d'avance : à savoir, garder la loi de Coulomb, ce qui exige qu'on réduise presque à rien l'intervalle de temps $t_0 - t_1$.

Mais ces hypothèses ne sont pas seulement arbitraires; elles sont encore,

à mon avis, peu vraisemblables. En effet, si la planche n'existait pas, le disque descendrait au-dessous du plan Π défini par la planche, et l'accélération verticale z'' du centre géométrique C du disque serait (comme on le montre aisément)

$$z'' = g + \omega^2(r - b).$$

Or, dans l'équation (1), le coefficient de N est positif ainsi que N luimême; l'équation (1) signifie donc que (entre les instants t_0 et t_1) *le disque, en vertu de la réaction de la planche, s'enfoncera dans la planche plus rapidement qu'en chute libre.* Bien plus, comme N (*percussion*) est considérable, par rapport au poids Mg du disque, on peut dire que (entre les instants t_0 et t_1) le disque s'enfoncera dans la planche *beaucoup* plus vite que s'il tombait en chute libre. Enfin, si l'on remplace, dans (1), N par $\frac{z}{\lambda}$, on voit que *la pénétration du disque dans la planche est d'autant plus rapide que* λ *est plus petit, c'est-à-dire que la planche est plus dure.*

Ces considérations, auxquelles il serait facile d'en ajouter d'autres sur les valeurs des forces en jeu ([1]), me paraissent donc rendre peu admissibles les hypothèses qu'exige la première explication de M. Lecornu.

4. Passons à la seconde explication : M. Lecornu admet, cette fois, que dans l'intervalle de temps $t_0 - t_1$, la loi de Coulomb ne s'applique pas, et qu'on a $\frac{F}{N} < f$. Il est donc, sur ce point, d'accord avec moi. Mais, tenant compte ici des seules déformations tangentielles, il admet, sur ces déformations et les forces qu'elles engendrent, des hypothèses qui le conduisent à la conclusion que le frottement arrête la vitesse de glissement en un temps $t_0 - t_1$ extrêmement faible, assez faible pour se confondre avec *la période d'établissement de régime,* laquelle est inévitable quand on met deux corps en contact.

Là encore, je ferai aux hypothèses de M. Lecornu cette objection qu'elles sont arbitraires et actuellement invérifiables, et qu'elles ont été choisies précisément pour arriver au résultat voulu d'avance : *percussion arrêtant presque instantanément le glissement.* On pourrait en imaginer

([1]) Si l'on admet que les déformations de la planche sont inférieures à 2^{mm}, que $w_0 = 5^m$ et que, dans l'équation (3), le coefficient de N est de l'ordre de $\frac{1}{6}$, on voit aisément, une fois admises les hypothèses de M. Lecornu, que la durée de l'intervalle $t_0 - t_1$ est nécessairement inférieure à $\frac{1}{100}$ de seconde et que N dépasse de beaucoup 25 fois le poids du disque.

d'autres, aussi admissibles, qui conduiraient à des conclusions analogues ou à des conclusions toutes différentes.

5. Voici d'ailleurs un exemple auquel s'appliquerait, je crois, difficilement l'explication de M. Lecornu.

Nous pouvons imaginer que le disque est de très petit rayon et porte une lourde masse excentrique extérieure à sa circonférence, et dont la distance au centre géométrique C du disque est grande par rapport au rayon r. Autrement dit, nous pouvons schématiquement imaginer un système formé de deux points matériels C et P, le second de masse très grande par rapport au premier, reliés par une tige (ou un fil inextensible) de masse négligeable; le point C glisse avec frottement sur une barre horizontale (¹) fixe Ox et le système est laissé dans le plan vertical xOy. Le système est, en somme, un pendule dont le couteau glisserait sur une barre horizontale. La formule (1) subsiste, avec cette modification toutefois que, si G est au-dessous de Ox, il faut changer le signe de F.

Soient l la longueur CP, θ l'angle de CP et de la barre; supposons que le centre de gravité soit très voisin de P et confondons-le avec lui; K^2 est très petit, r est négligeable et l'expression $\frac{K^2}{ab} + \frac{b}{a}$ se réduit sensiblement à $\frac{b}{a} = \operatorname{tang}\theta$ (si a n'est pas très petit).

Ceci étant, abandonnons le système sans vitesse dans une position où la demi-droite CP se confond sensiblement avec Ox et exerçons en même temps sur C une traction horizontale constante, de direction et de sens Ox; le point C se met à glisser dans le sens Ox, tandis que P descend, et l'équation (1) donne ici :

$$N - \frac{l^2 \cos\theta \sin\theta}{K^2 + l^2 \cos^2\theta} F = \frac{MK^2(g + \omega^2 l \sin\theta)}{(K^2 + l^2 \cos^2\theta)}, \qquad 0 < \theta < \frac{\pi}{2};$$

Soit θ_1 la valeur de θ pour laquelle

$$\frac{l^2 \cos\theta \sin\theta}{K^2 + l^2 \cos^2\theta} = f.$$

Si l'on admet les conclusions de M. Lecornu, *avant que θ n'ait atteint la*

(¹) Il est facile de réaliser ce système de façon que la masse P puisse descendre au-dessous de la barre, en reliant P et C par deux tiges (ou fils) parallèles et de même longueur, entre lesquels passe la barre.

valeur θ_1, *le point* C *doit s'arrêter et cela si considérable que soit la traction exercée sur lui.*

6. Un second exemple intéressant, qui m'a été communiqué par M. H. Chaumat, est le suivant :

Considérons, dans un plan vertical, une horizontale Ox et une demi-droite Oy située au-dessus de Ox, qui fait avec Ox un angle aigu. Une roue homogène, pesante, glisse avec frottement sur Ox et sans frottement (ou avec un frottement très faible) sur Oy. La roue est abandonnée, à un instant t, en contact avec Ox et Oy dans l'angle xOy, avec une vitesse angulaire ω qui a le sens de l'angle xOy. Une discussion tout élémentaire montre que la roue ne peut s'écarter d'aucune des deux droites Ox, Oy, et que, dans le glissement de la roue sur ces deux droites, on a nécessairement

$$\frac{F}{N} < \operatorname{tang}\varphi \qquad (\varphi = \widehat{xOy}),$$

N et F composantes normale et tangentielle de la réaction de Ox sur la roue.

Si donc $\operatorname{tang}\varphi < f$, la loi de Coulomb ne saurait se vérifier. Quand on adopte les idées de M. Lecornu, il faut admettre que la roue se bloque instantanément, et cela si considérable que soit le couple (de sens xOy) qu'il est loisible d'appliquer à la roue. Le système xOy constituerait pour la roue une sorte de frein incoercible et instantané (pour les rotations de sens xOy).

7. En définitive, sans contester le moins du monde l'intérêt des ingénieuses considérations de M. Lecornu, je crois beaucoup plus naturel d'admettre que, dans les cas que j'ai signalés, les lois de Coulomb (et lois analogues du frottement à sec) seront franchement en défaut, pendant tout le temps où les circonstances singulières adoptées subsisteront, temps qui sera plus ou moins long suivant les systèmes étudiés. Je persiste donc dans les conclusions que j'avais énoncées précédemment : *Pour une valeur donnée de la vitesse de glissement et de la pression normale, la force de frottement ne dépend pas seulement de la nature des surfaces en contact; elle dépend encore de la répartition des pressions dans les solides, au voisinage des points de contact.*

J'ajoute que les expériences de M. H. Chaumat, qui feront prochainement l'objet d'une publication détaillée, me paraissent confirmer toutes mes prévisions, du moins *qualitativement*.

CORRESPONDANCE.

Le journal *Le Matin* communique une nouvelle dépêche reçue de M. le Dr *Jean Charcot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

Le Calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions, par Ernst Lindelöf. (Présenté par M. Émile Picard.)

La Science géologique : ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire, par M. L. De Launay. (Présenté par M. Michel Lévy.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les pressions développées, à chaque instant, en vase clos par des poudres colloïdales de diverses formes*. Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Vieille.

Les travaux de M. Vieille ont établi que les poudres colloïdales brûlent par surfaces parallèles, avec une vitesse de combustion proportionnelle à une puissance de la pression.

Pour les poudres au coton-poudre pur, l'exposant est voisin de $\frac{2}{3}$.

De ces lois très simples, la première est aujourd'hui utilisée dans toutes les études de balistique intérieure; la seconde, qui rattache l'étude du mouvement du projectile à un problème d'Analyse difficile, a rencontré un accueil moins favorable et souvent on lui a préféré l'hypothèse d'une vitesse de combustion proportionnelle à la pression.

Bien que les nombres expérimentaux donnés par M. Vieille ne laissent aucun doute à qui n'a point en vue le problème mentionné plus haut, peut-être ne verra-t-on pas sans intérêt une vérification, en quelque sorte continue, de l'exposant $\frac{2}{3}$, trouvé tout autrement par M. Vieille. Elle consiste à comparer la relation théorique, entre la pression et le temps, déduite de cet exposant, avec la courbe expérimentale des pressions en fonction du temps. Cette courbe présente, selon la forme des brins de poudre, des particularités que la théorie prévoit et qui se vérifient avec exactitude.

Si l'on désigne par τ la durée de combustion du brin de poudre sous une pression constante P_0, par f la *force* de l'explosif, par α son covolume et par D son poids spécifique, par P la pression à l'instant t, la fraction de la charge brûlée à l'instant t est représentée, dans tous les cas usuels, par

$$(1) \qquad F(y) = a y(1 - \lambda y + \mu y^2);$$

a, λ et μ sont des coefficients numériques dépendant de la forme seule des brins de poudre et y l'expression suivante

$$(2) \qquad y = \frac{1}{\tau}\int_0^t \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{2}{3}} dt.$$

En outre, Δ étant le rapport du poids initial de la charge au volume de la chambre,

$$(3) \qquad P = \frac{hF(y)}{1 - kF(y)},$$

avec

$$h = \frac{f\Delta}{1 - \Delta D^{-1}}, \qquad k = \frac{\alpha\Delta - \Delta D^{-1}}{1 - \Delta D^{-1}}.$$

Pour les poudres dont il s'agit, Δ est pris d'ordinaire égal à 0,2, en sorte que la valeur de k est voisine de $\frac{1}{13}$. Des équations (1), (2) et (3) il résulte qu'en représentant par V une fonction de y, ainsi définie,

$$\frac{1}{V^3} = \frac{1}{F(y)} + k,$$

on a

$$(4) \qquad \frac{t}{\tau} = \left(\frac{P_0}{h}\right)^{\frac{2}{3}} \int_0^y \frac{dy}{V^2}.$$

En raison de la petitesse de k, V peut être remplacée par un ou deux termes de son développement suivant les puissances de cette quantité. Il s'introduit ainsi les fonctions elliptiques correspondant aux invariants $g_2 = 0$, $g_3 = \frac{4\mu - \lambda^2}{a^2}$ et l'on trouve

$$(5) \qquad y = \frac{2}{\lambda + ap'U}, \qquad \frac{t}{\tau} = -\frac{3}{a}\left(\frac{P_0}{h}\right)^{\frac{2}{3}}\left[U - \frac{2k}{3}\int_0^U F(y)\,dU\right].$$

L'intégrale $\int_0^U F(y)\,dU$ se réduit à

$$Y = 8\int_0^U \frac{p^3 U\,dU}{\left(p'U + \frac{\lambda}{a}\right)^3}$$

et se calcule par des procédés classiques. Soit V la racine réelle de l'équation

$$p'U = -\frac{\lambda}{a}, \qquad j = e^{\frac{2\pi i}{3}}$$

et, pour abréger,

$$(6) \qquad 6A = \frac{1}{p^2 V} - \frac{\lambda^2}{3\mu p V}, \qquad B = \frac{\lambda a}{18\mu} - \frac{\zeta V}{3p^2 V}\left(1 - \frac{\lambda^2}{3\mu}\right);$$

on obtient sans peine la formule

$$(7) \qquad \left\{ \begin{aligned} Y = BU &- \frac{2\pi A}{3\sqrt{3}} - \frac{2}{3}\frac{pU}{(p'U - p'V)^2} + \frac{\lambda}{36\mu}\frac{pU(ap'U - \lambda)}{p^3 U - p^3 V} \\ &+ \frac{A}{3} L\left[\frac{2\sigma^3(U - V)}{\sigma^3 U \sigma^3 V (p'U - p'V)}\right] + \frac{iA}{\sqrt{3}} L\left[\frac{\sigma(U - jV)}{\sigma(U - j^2 V)}\right], \end{aligned} \right.$$

qui, jointe à l'égalité (5), ne laisse à craindre, sur la valeur de $\frac{t}{\tau}$, qu'une erreur de l'ordre de $\frac{6}{10}$ pour 100.

Mais déjà la formule approchée

$$(8) \qquad \int_0^U F(y)\,dU = -\frac{2}{3}\frac{pU}{(p'U - p'V)^2} + \frac{a(2 - \lambda)}{6} U,$$

plus rapide à calculer, ne laisse qu'une erreur de 1,5 pour 100 au plus.

On sait donc exprimer les pressions en fonction du temps.

Pour comparer la théorie à l'expérience, il faut remarquer que τ dépend un peu des circonstances de la fabrication. On doit l'emprunter chaque fois à une expérience spéciale ou bien le déterminer de telle façon que le temps écoulé, entre les instants où se produisent deux pressions données, soit le même pour le tracé théorique et pour le tracé expérimental.

L'origine de ce dernier n'est pas connue, car les pressions ne s'inscrivent pas avant d'avoir atteint 200^{kg} environ par centimètre carré. Il est naturel de choisir ce point et celui qui correspond à la pression maximum, pour en déduire la valeur de τ. Les points intermédiaires devront être ensuite à peu près identiques sur les courbes théorique et expérimentale. Tout l'intérêt de l'étude précédente consiste dans la vérification numérique de cette coïncidence.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'onde explosive*. Note de M. E. JOUGUET, présentée par M. Jordan.

Nous nous proposons de signaler ici certaines circonstances qu'on rencontre quand on calcule la vitesse de l'onde explosive par la méthode que nous avons proposée dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* des 27 juin et 11 juillet 1904. Nous adopterons les notations de ces deux Notes.

I. *Limites de détonation*. — D'après Dixon, quand on dilue le mélange tonnant $H^2 + O$ dans de l'azote, le mélange à la limite de détonation est à peu près $H^2 + O + 7 Az$.

Si l'on applique notre méthode de calcul à ce mélange, on trouve une onde explosive pour laquelle $\frac{p_2}{p_1} = 12,9$. Cette valeur est remarquablement voisine de celle $\frac{p_2}{p_1} = 12,1$, qu'on obtiendrait dans une onde de choc qui porterait simplement le mélange à sa température d'inflammation, celle-ci étant supposée égale à $273° + 555°$.

Cette remarque fait entrevoir pour les limites de détonation une explication analogue à celle que Mallard et Le Chatelier ont donnée des limites d'inflammabilité ([1]). Ces savants ont montré que les mélanges à la limite d'inflammabilité étaient caractérisés par le fait que la température de combustion (tension calorifique) y était égale à la température d'inflammation. Il semble que les mélanges à la limite de détonation soient ceux pour lesquels la pression de combustion (tension mécanique) est égale à la pression qui provoque la réaction.

II. *Influence de la dissociation*. — Les calculs numériques donnés dans notre Note du 11 juillet 1904 ont été faits en supposant la combustion totale dans l'onde explosive et la dissociation négligeable en arrière, de sorte que la vitesse désignée par H_2 pouvait être égale à la vitesse du son calculée par la formule de Laplace appliquée au mélange complètement brûlé.

Nous avons fait quelques calculs en supposant que la combustion, incomplète dans l'onde explosive, s'achevait en arrière en suivant la loi de la dissociation. Nous avons d'ailleurs admis, pour la loi de la dissociation, celle de Gibbs. Dans ces conditions, en arrière de l'onde, la pression d'un élément est toujours fonction de sa densité seule et H_2 toujours égal à $\frac{\rho_2}{2}\sqrt{\left(\frac{dp}{d\rho}\right)_2}$. Mais, en principe, cette formule n'est plus iden-

([1]) Le principe de cette explication se trouve dans le Mémoire de Dixon, bien que ce savant ne calcule pas comme nous la vitesse de l'onde explosive.

tique à celle de Laplace, parce que la composition chimique varie en même temps que ρ. Toutefois, des calculs numériques, exécutés sur le cas particulier du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène, nous ont montré que l'influence de la variation de composition chimique sur la valeur de la vitesse était faible; aussi avons-nous pris, pour vitesse H_2, dans nos calculs, celle que donne la formule de Laplace appliquée au mélange tel qu'il se trouve en arrière de l'onde.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Mélanges.	Composition supposée en arrière de l'onde.	Vitesse calculée.	Vitesse observée. (Dixon ou Le Chatelier.)
$H^2 + O$	$H^2 + O$	2629	2821
$H^2 + O$	$0,9\,H^2O + 0,1\,(H^2 + O)$	2646	
$H^2 + O$	$0,5\,H^2O + 0,5\,(H^2 + O)$	2541	
$C^2H^2 + 6O$	$H^2O + O + 2\,CO^2$	2120	2220
$C^2H^2 + 6O$	$H^2O + 3O + 2\,CO$	2320	
$C^2Az^2 + 2\,O^2$...	$2\,CO^2 + Az^2$	2075	2321
$C^2Az^2 + 2\,O^2$...	$2\,CO + 2\,O + Az^2$	2360	
$CH^4 + 2\,O^2$....	$CO^2 + 2\,H^2O$	2220	2322
$CH^4 + 2\,O^2$....	$CO + O + 2\,H^2O$	2244	

En faisant, dans notre Note du 11 juillet 1904, l'hypothèse que la dissociation était nulle, nous exposions à des objections assez graves les vérifications numériques que nous présentions à l'appui de notre théorie de l'onde explosive. Les calculs ci-dessus sont intéressants en ce qu'ils montrent que la dissociation peut parfois être assez grande sans que la vérification cesse d'être satisfaisante : la dissociation ne doit pas nécessairement être faible pour être négligeable.

HYDRAULIQUE. — *Sur la vidange des systèmes de réservoirs.* Note de M. ED. MAILLET, présentée par M. Jordan.

I. J'ai étudié les variations des débits des systèmes de n réservoirs *cylindriques* qui communiquent soit par des orifices noyés ou non, soit par des déversoirs superficiels supposés non noyés (à crête horizontale). On peut former les équations différentielles corrélatives dans le cas le plus général. En désignant par $u_1, \ldots, u_p$ les vitesses à travers les orifices, noyés ou non, $u_{p+1}, \ldots, u_q$ les vitesses à travers les déversoirs supposés non noyés, ou des quantités proportionnelles à ces vitesses, le système à intégrer peut toujours se mettre sous la forme

$$u_i \frac{du_i}{dt} = \lambda_{i_1} u_1 + \ldots + \lambda_{ip} u_p + \lambda_{i,p+1} u_{p+1}^3 + \ldots + \lambda_{i,q} u_q^3 \quad (i = 1, 2, \ldots, p+q),$$

où les λ_{ij} sont des constantes. Son intégration ne paraît pas possible en général; mais sa discussion directe dans divers cas permet d'établir une série de propriétés du mouvement.

II. Dans le cas de deux réservoirs [1] S_1, S_2 communiquant par un orifice, et dont l'un, S_2, possède un orifice externe ($p=2$, $q=0$), j'ai examiné le cas où le niveau de S_2 n'est pas supérieur à celui de S_1 : l'intégration se fait complètement par des quadratures.

L'écoulement présente au plus trois phases, une où l'orifice n'est pas noyé, une où il est noyé, une où il n'est pas noyé. Dans la deuxième, les courbes C_1, C_2 des débits des orifices de S_1, S_2 en fonction du temps sont toutes deux des droites, ou bien l'une est constamment concave et l'autre constamment convexe, ou inversement. Dans les autres, C_1 est une droite, C_2 est toujours concave ou toujours convexe. Dans chaque phase, une seule des deux courbes, la courbe convexe, peut présenter un maximum; il n'y a pas de minimum.

III. Dans le cas de n réservoirs $S_1, S_2, \ldots, S_n$ ($p=n$, $q=0$), dont chacun a son niveau au moins égal à celui du suivant et communique avec lui par un orifice unique, le dernier S_n ayant un orifice externe, une solution linéaire est possible pour les u_i, par suite, pour les débits, dans une infinité de systèmes de réservoirs.

IV. J'ai encore examiné le cas de n réservoirs, dont chacun se vide dans le suivant par un déversoir non noyé, le dernier, S_n, ayant un déversoir externe ($p=0$, $q=n$). Pour tout système semblable, une solution $u_i = \frac{\rho_i}{a+t}$ ($\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_n$ constantes fixes pour un même système, a constante arbitraire) est possible. Si u_n est de cette forme, il en est de même des u_i. Je montre, de deux manières différentes, non seulement que ces solutions en nombre infini sont *stables*, mais encore que *toute solution est asymptotique à une de celles-ci;* autrement dit, la valeur de a étant complètement déterminée par le réservoir S_1 d'amont, dès que t est assez grand, on a toujours

$$u_i = \frac{\rho_i(1+\varepsilon_i)}{a+t},$$

ε_i tendant vers 0 quand t croît indéfiniment. Les débits q_i sont alors sensiblement de la forme

$$q_i = \frac{\alpha_i}{(1+\beta t)^3}.$$

Cette dernière conclusion subsiste quand on suppose les λ_{ij} légèrement variables dans les limites des phénomènes.

V. Par analogie, j'ai pu représenter approximativement les variations du débit de

---

(1) L'étude de ce cas m'a été proposée par M. Debauve, inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, et m'a conduit à m'occuper en général des systèmes de réservoirs.

la Fontaine de Vaucluse (¹), dans les périodes (3 à 4 mois au plus, périodes de *régime propre*) où les pluies ne l'influencent pas, par la formule

$$Q = 4^{m^3} + \frac{39^{m^3}}{(1+0,29\,t)^3} = 4^{m^3} + Q',$$

(t en mois, $Q \leqq 43^{m^3}$).

J'ai eu soin de vérifier, dans le cas d'un système de deux réservoirs égaux et dont le débit externe peut être représenté par Q', que, lorsque les conditions initiales ne diffèrent pas beaucoup de celles qui correspondent à la loi asymptotique Q', si Q'' est le débit réel, supposé $< Q'$, $\chi = \frac{Q'-Q''}{Q'}$ décroît assez rapidement. Quand $\chi = 0,23$ pour $t = 0$, au bout de 9 jours, χ sera réduit au plus aux $\frac{5}{8}$ de sa valeur initiale.

La courbe vraie, qui donne, dans la période de régime propre, le débit Q_1 de la Fontaine 1 mois après que le débit $Q_0 \leqq 43^{m^3}$ a été réalisé, présente d'ailleurs de légers écarts suivant les diverses décrues considérées (²).

VI. Enfin, dans le cas du paragraphe IV, il existe des systèmes particuliers de n réservoirs doués d'*un régime propre permanent*, c'est-à-dire tels que, le débit étant régi par la loi $u_i = \frac{\rho_i}{a+t}$, l'arrivée simultanée à chaque réservoir S_i d'une quantité d'eau $k_i h$ (h arbitraire, k_i constante) venant de l'extérieur a pour seul effet, quel que soit h, de changer la valeur de a. Quand $n = 1$, cette propriété est vraie pour tout réservoir.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur les dangers de l'électricité atmosphérique pour l'aérostation et les moyens d'y remédier.* Note de M. A. BREYDEL. (Extrait.)

L'Auteur propose de mouiller les cordages ou de les enduire, ainsi que l'enveloppe et la nacelle, d'une substance conductrice quelconque, et à l'atterrissage de laisser pendre attenant au guide-rope un câble bon conducteur terminé par un faisceau métallique.

(¹) Divers auteurs ont admis l'existence de réservoirs souterrains dans le massif d'où émerge la Fontaine de Vaucluse (*voir* DYRION, *Bulletin de l'Hydraulique agricole*, Fasc. Q, 1894).

Je ne prétends aucunement conclure que mes calculs démontrent cette existence.

Dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France* (1903, p. 206), j'ai indiqué, pour le débit de la Fontaine, les formules

$$Q = 2 + \frac{41}{(1+0,432\,t)^2}, \qquad Q = \frac{43}{(1+0,368\,t)^2}.$$

(²) Cette courbe et les formules donnant le débit de la Fontaine ont été établies à l'aide des courbes des débits journaliers publiées dans le *Bulletin annuel de la Commission météorologique de Vaucluse* (président M. Dyrion).

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la cause du silhouettage photographique.* Note de M. Adrien Guébhard, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note du 9 mai 1898, *Sur le rôle de la diffusion dans les bains révélateurs* (¹), j'exprimais le doute que ce fût à une cause de cet ordre que pussent être attribués, ainsi que venait de le publier M. R. Colson (²), les accidents du *silhouettage* photographique. « Le phénomène, disais-je, ne se manifestant jamais sur pellicule ou papier, mais seulement sur verre, il ne doit être autre que celui de l'*irradiation*, dont W. Abney a formulé (³) la loi trop oubliée, et A. Cornu (⁴) le remède trop peu appliqué. »

Ma prémisse était certainement fausse, car je suis devenu maître de produire le silhouettage à volonté sur toute émulsion, quel que soit le support. Mais il n'en sera que plus curieux de voir sortir, de cette constatation même, en la rapprochant de mes récentes recherches *Sur la fonction photographique dans ses rapports avec l'inversion* (⁵) et de mon *Essai de représentation de la loi du développement en fonction de sa durée* (⁶), la démonstration rétrospective de ma simple présomption d'autrefois (⁷) et une confirmation nouvelle des données de sir W. Abney.

D'après celles-ci, chaque sphérule de sel d'argent, en suspension dans la couche colloïde transparente, devient, par insolation, un centre secondaire d'irradiation, diffusant dans toutes les directions une grande proportion de l'énergie lumineuse reçue. Or, de cette diffusion il y a lieu de faire deux parts : l'une qui, pénétrant dans le support vitreux, s'y réfléchit, partiellement ou totalement, sur la face postérieure, et vient, par derrière, attaquer une seconde fois la gélatine; c'est à celle-là que sont dus les phénomènes, à lois bien connues, d'auréolement, improprement dits de *halo* (⁸);

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1441.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 471.

(³) *Philos. Magazine*, 4ᵉ série, t. L, 1875, p. 46.

(⁴) *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 551.

(⁵) *Soc. fr. de Phys.*, 3 février 1905.

(⁶) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1904, p. 491.

(⁷) Présomption si bien oubliée que, M. P. Villard ayant évoqué à la *Société de Physique* (3 février 1905) la question du silhouettage, je ne trouvai à rappeler, à ce sujet, que l'observation de M. R. Colson.

(⁸) A. Guébhard, *L'Arriviste photographique* (*Monit. de la Phot.*, t. XXIX, 1890, p. 115).

l'autre qui, emprisonné dans l'épaisseur de la couche sensible, n'a qu'un rayon d'action forcément limité aux premières rencontres de granules opaques; c'est à celle-là que le silhouettage apporte la preuve objective catégorique qui lui manquait.

Si l'on prend, sur pellicule ou sur une bande de papier, pour éliminer d'emblée toute complication d'auréolement, une série d'images soit à travers un objectif, soit par exposition directe avec des poses progressivement croissantes, depuis l'instantanéité jusqu'à la surexposition (*solarisation*) suffisante pour produire l'inversion de l'image d'un objet fortement contrasté, tel qu'un damier ou (pour juger comparativement de l'influence des proportions relatives du blanc et noir) les carreaux d'une fenêtre profilant sur le ciel, par paires, des découpures de papier noir avec leurs contreparties à jour, on constate, en soumettant le tout au même développement, que, sur la série des images allant du négatif au positif, le trait noir du silhouettage ne se montre jamais que comme phase intermédiaire et transitoire, quoique constante et nécessaire, de l'inversion finale, c'est-à-dire comme indice d'un excès de pose par rapport au développement employé ou de développement par rapport à la pose (1). Le bain jouant vis-à-vis des poses variables le rôle de constante d'expérience, les phénomènes de son intimité ne sauraient être invoqués comme cause, et encore moins la circonstance, ici absente, d'une superposition d'impressions que, tout récemment (2), M. P. Villard donnait comme raison exclusive des premiers silhouettages observés par lui.

Examinons donc la genèse du phénomène. A la place de la ligne noire du silhouettage s'aperçoit, sur la figure normalement développée, une légère bavure de pénélumière débordant de la plage la plus impressionnée et faisant paraître plus grande l'image d'un objet blanc sur noir que noir sur blanc. Mais, au fur et à mesure que la prolongation du développement tend à engrisailler les blancs du cliché et à éclaircir les noirs, on voit ceux-ci se détacher nettement de leur bord dégradé qui, se fonçant au contraire en ligne nette, semble tirer à lui le voile montant du côté opposé jusqu'à ce que celui-ci l'atteigne et finalement l'absorbe, pour donner, au moment de l'inversion achevée, une image positive à contours francs et à proportions restituées.

Tous ces faits s'expliquent avec la plus grande simplicité si l'on considère d'abord que, sur toute émulsion ayant reçu côte à côte deux impressions très contrastées, il doit se former nécessairement une troisième zone inter-

(1) On peut, en effet, répéter les mêmes observations en soumettant, à des bains d'intensité ou de durée croissante, soit des poses rigoureusement égales, soit des séries identiques comme on les obtient en découpant longitudinalement en plusieurs rubans le rouleau impressionné transversalement. Dans tous les cas, on voit l'accroissement d'énergie chimique emprunté au bain agir exactement comme l'accroissement d'énergie physique tiré de la pose, pour resserrer vers l'origine la zone silhouettée et la faire disparaître tout à fait au moment de l'inversion généralisée.

(2) *Société française de Physique*, 3 février 1905.

médiaire, impressionnée indirectement par l'irradiation tangentielle, partie du bord de la zone la plus fortement illuminée pour se dégrader rapidement vers l'ombre. Or, si l'on se reporte au schéma que j'ai donné [1] de la marche du développement en fonction du temps pour des valeurs diverses d'impression, on voit tout de suite que, sur un phototype ne comportant que trois valeurs, deux extrêmes et une moyenne, tandis que la courbe de celle-ci s'attarde en plateau, les deux extrêmes, l'une par une chute rapide, l'autre par une lente ascension, assez bas, se recoupent, bien avant que la plus haute, à son tour, descende pour se croiser avec celle qui monte encore. L'apparition du silhouettage, c'est le croisement de la courbe moyenne par la chute de la plus haute; son maximum, le croisement des deux courbes extrêmes (uniformité du fond); sa fin apparente, le dernier croisement, et sa résurrection en dégradé retourné, la prolongation de marche de toutes les courbes en ordre de superposition inversé.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote et la précision atteinte dans leur détermination.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. H. Moissan.

I. Prenant pour poids atomique de l'oxygène O = 16, j'ai trouvé pour celui de l'hydrogène H = 1,0076 [2].

MM. Ph. Guye et Mallet [3] apportent aux expériences de M. Morley des corrections qui, si ingénieusement qu'elles soient calculées, ont le tort, suivant moi, de porter sur les *cent-millièmes*, alors que les nombres des *meilleures séries* présentent des écarts supérieurs à deux dix-millièmes, et les résultats moyens des diverses séries des écarts supérieurs à *douze dix-millièmes*.

Par ce moyen M. Guye [4] trouve H = 1,00765, alors que M. Daniel Berthelot incline pour 1,0075.

Je considère ces résultats comme en *parfaite concordance* avec le mien; car, ainsi que je l'ai montré, cette détermination comporte à peine la précision du dix-millième, et la cinquième décimale ajoutée par M. Guye est tout à fait illusoire.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1904, p. 492.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, 1898, p. 44 à 55.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1034.
(4) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1213.

II. J'ai trouvé, pour l'azote, le poids atomique Az = 14,005 ([1]).

Étant donné que la Commission internationale des poids atomiques n'a pas encore tenu compte des résultats obtenus par les méthodes physiques et continue à inscrire dans sa Table pour 1904 : Az = 14,04, M. Guye ([2]) a institué dans son laboratoire plusieurs séries d'expériences, les unes purement chimiques, d'autres faisant intervenir les densités gazeuses.

Sans discuter ici les expériences, dont on trouvera le détail dans les *Comptes rendus* ([3]), je constate que les résultats moyens des diverses séries sont 14,007, 14,0085 et 14,012.

Il est vrai que le premier nombre, par exemple, est la moyenne de résultats partiels compris entre 13,992 et 14,023, ce qui montre une fois de plus qu'en pareil cas la méthode physique est susceptible de plus de précision que la méthode chimique.

Mais il semble *bien confirmé*, par ces expériences purement chimiques, que le poids atomique de l'azote est inférieur à 14,01 et présente une différence inférieure à $\frac{2}{10000}$ avec le nombre proposé par moi-même et retrouvé, avec cette limite d'erreur, par M. D. Berthelot et M. Guye.

Je suis heureux d'enregistrer cette nouvelle confirmation de mes déterminations.

Remarque. — Ainsi s'évanouit l'objection formulée par M. Vèzes ([4]) qui, admettant avec Stas que l'argent employé par ce dernier ne renfermait que $\frac{1}{35800}$ de son poids de gaz, ramène le poids atomique de l'azote de 14,044 à 14,040, nombre certainement inexact, comme on vient de le voir.

Dans cette Note, d'ailleurs, M. Vèzes commet une erreur que je n'ai pas cru nécessaire de relever spécialement.

La proportion d'oxygène que renferme l'argent grenaillé varie, d'après Dumas, entre 7 et 30.10^{-5}, suivant qu'il a été fondu à l'air libre ou en présence d'agents oxydants. Or le nombre introduit dans mon calcul est 12.10^{-5}, voisin du *minimum* de Dumas; il ne correspond donc pas, comme le dit M. Vèzes, à la fusion en présence d'oxydants.

D'ailleurs, le nombre qui ferait concorder parfaitement les expériences de Stas avec les miennes est 11.10^{-5}. Il serait intéressant de rechercher par expérience s'il est possible, en opérant comme Stas, d'obtenir, comme il le pense, une proportion 4 fois plus faible, ou si, au contraire, comme le prétend Dumas, on ne peut descendre au-dessous de 7.10^{-5}.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 299; et *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XV, 1898, p. 56 à 59.

([2]) Guye et Bogdan, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1494.

([3]) Jaquerod et Bogdan, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 49; Guye et Pintza, *Ibid.*, p. 679.

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1714.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lactique droit.* Note de MM. E. JUNGFLEISCH et M. GODCHOT.

Il résulte d'observations publiées par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 203) que l'extraction de l'acide lactique-*d* des lactates-*d* entraîne, dans certaines conditions, la transformation plus ou moins avancée de l'acide lactique-*d* en acide lactique-($d+l$). Nous avons recherché les circonstances qui permettent d'obtenir l'acide lactique-*d* exempt d'acide lactique-($d+l$) en partant du lactate-*d* de quinine.

L'action prolongée des alcalis, et plus particulièrement celle de la baryte, changeant facilement l'acide actif en inactif, les alcalis ne doivent être employés dans les traitements qu'à température basse et sans grand excès. La conversion du lactate-*d* de quinine en lactate-*d* de zinc exige dès lors certaines précautions. A une solution saturée à froid de lactate-*d* de quinine, on ajoute un tiers de son volume d'alcool amylique, puis de l'eau de baryte saturée et froide, jusqu'à déplacement complet de la quinine; par une lente agitation, celle-ci passe dans l'alcool amylique. La solution aqueuse devenue alcaline, et épuisée de quinine par de nouvel alcool amylique, contient du lactate-*d* de baryum; elle est débarrassée de la baryte en excès par le gaz carbonique et filtrée. On décompose exactement à froid le lactate-*d* de baryum par l'acide sulfurique dilué, on filtre et on neutralise au carbonate de zinc; enfin on évapore au bain-marie la solution limpide, jusqu'à cristallisation de lactate-*d* de zinc. Les cristaux de ce sel, déposés dans plusieurs cristallisations successives, ont des propriétés identiques; ils présentent la composition $(C^3H^5O^3)^2Zn + 2H^2O$.

Wislicenus a attribué au lactate-*d* de zinc un pouvoir rotatoire variable suivant que la liqueur est normalement saturée ou en sursaturation. Nous avons constaté simplement que le pouvoir rotatoire du lactate-*d* de zinc augmente fortement quand s'accroît la dilution de la solution aqueuse : par exemple, avec des solutions contenant respectivement $5^g,0$, $2^g,5$, $1^g,25$ et $0^g,512$ de sel sec dans 100^{cm^3} de solution aqueuse, nous avons trouvé, à $15°$, $\alpha_D = -6°,0$, $\alpha_D = -8°,0$, $\alpha_D = -11°,1$ et $\alpha_D = -13°,35$. Nous avons vu, en outre, que la détermination du pouvoir rotatoire du lactate-*d* de zinc se complique parfois par la présence dans les liqueurs de lactyllactate-*d* de zinc. Nous reviendrons ailleurs sur ces faits.

Ainsi que l'a dit Wislicenus, l'hydrogène sulfuré ne décompose pas entièrement les solutions aqueuses des lactates de zinc. Nous avons constaté, d'autre part, que les solutions aqueuses des acides lactiques, dès qu'elles sont quelque peu concentrées, se chargent, à chaud et même à froid, d'acides lactyllactiques. On est conduit par là à opérer de la manière suivante l'extraction de l'acide lactique-*d* de son sel zincique.

La solution froide de lactate-*d* de zinc est traitée jusqu'à refus par l'hydrogène sulfuré. La liqueur, filtrée et débarrassée de ce dernier par séjour sous une cloche, à côté de chaux vive, est agitée avec l'éther qui dissout l'acide; à cause de la forte quantité d'eau présente, il faut répéter un grand nombre de fois les agitations avec de nouvel éther. Les liqueurs éthérées réunies sont évaporées sous une cloche en présence d'acide sulfurique; afin d'atténuer la formation d'acide lactyllactique-*d*, on les a, au préalable, mélangées d'eau. Il reste finalement une solution aqueuse d'acide lactique-*d*, aussi pur que possible.

Si l'on concentre cette solution au bain-marie ou même par distillation dans le vide, la vapeur d'eau entraîne beaucoup d'acide lactique-*d*. En même temps, et d'autant plus qu'on a opéré à une température plus élevée, il se forme de l'acide lactyllactique-*d*, facile à reconnaitre par son pouvoir rotatoire, lévogyre et très élevé, $\alpha_D = -150^\circ$ environ.

L'acide lactique-*d* peut être obtenu cristallisé par le procédé qui a fourni à MM. Krafft et Dye l'acide lactique-$(d+l)$ à l'état de cristaux (*Berichte*, t. XXVIII, p. 2589), ou même en suivant une méthode un peu plus simple que nous indiquerons ailleurs.

L'acide lactique-*d* constitue des aiguilles prismatiques, d'un aspect nettement différent de celui des cristaux de l'acide lactique-$(d+l)$: tandis que ceux-ci nous ont paru être des prismes rhomboïdaux, à base très fortement inclinée sur l'axe dans le sens des angles aigus, l'acide lactique-*d* forme des prismes aplatis, ne laissant apparaître que des angles droits. Les cristaux d'acide lactique-*d* se groupent en agglomérations rayonnées et dures, qui envahissent peu à peu toute la masse. Ils fondent vers 25°-26°, soit 7 ou 8 degrés plus haut que l'acide lactique-$(d+l)$; toutefois l'extrême hygroscopicité des acides lactiques cristallisés impose quelques réserves sur la précision de ces chiffres.

La solution de l'acide lactique-*d* le plus pur présente un pouvoir rotatoire droit qui diminue quand la dilution augmente. Par exemple, des liqueurs contenant dans 100^{cm^3} $10^g,458$, $5^g,022$ ou $2^g,511$ de $C^3H^6O^3$, observées à 15°, ont donné $\alpha_D = +3^\circ,82$, $\alpha_D = +3^\circ,33$ ou $\alpha_D = +2^\circ,67$.

Une solution de $1^g,527$ d'acide cristallisé pour 100^{cm^3} a donné $\alpha_D = +2^\circ,61$ [1].

---

[1] Dans une Note publiée par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 203), les chiffres cités pour les comparaisons doivent être rectifiés afin de représenter exactement les valeurs de α_D; la série de mesures à laquelle ils appartiennent ayant été lue sur une échelle saccharimétrique, ils doivent être multipliés par le facteur constant 4,332.

Ces nombres ne sont voisins de ceux fournis par Wislicenus que lorsqu'ils portent sur les solutions étendues; dans les autres cas, le désaccord est manifeste. C'est ainsi que nous ne pouvons reconnaître à l'acide lactique-*d* les propriétés indiquées sur ce point par cet auteur : « Le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide paralactique en solution aqueuse s'abaisse fortement et brusquement à chaque nouvelle addition d'eau, mais pour se relever peu à peu, par abandon prolongé, sans cependant retrouver jamais sa valeur primitive » (*Annalen der Chemie,* t. CLXVII, p. 323). Wislicenus partait de solutions très concentrées, contenant jusqu'à $42^g,65$ d'acide pour 100^{cm^3} et préparées depuis longtemps; de telles liqueurs contenaient forcément à l'origine de l'acide lactyllactique-*d* en quantité importante. Il indique, par exemple, pour la solution à $42^g,65$ pour 100^{cm^3}, $\alpha_D = +0°,41$; la déviation due à l'acide lactique-*d* y était donc presque annulée par la déviation énergique et contraire de l'acide lactyllactique-*d*. D'après nos expériences, lors de la dilution d'une semblable liqueur, la déviation due à l'acide lactique-*d* s'abaisse instantanément, tandis que le composé éthéré, lévogyre, n'est pas modifié immédiatement, mais se saponifie plus tard par l'eau, en donnant de l'acide lactique-*d*; la formation de celui-ci concourt avec la disparition de l'acide lactyllactique-*d* au relèvement lent du pouvoir rotatoire à droite. D'ailleurs, Wislicenus a lui-même observé que, par concentration lente, effectuée à froid, l'acide lactique-*d* se charge de quantités importantes d'*éthers-anhydrides* de cet acide; il a même supposé la formation, dans ces conditions, de lactide-*d*; cette hypothèse est peu compatible avec les valeurs des pouvoirs rotatoires publiés par lui; nous avons, en effet, préparé autrement le lactide-*d* et son pouvoir rotatoire lévogyre surprend par son importance; il est voisin de 300°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone*. Note de MM. **F. Couturier** et **L. Meunier**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous avait déjà démontré que l'amalgame de magnésium se combinait très énergiquement avec l'aldéhyde ordinaire pour donner naissance à une combinaison, de formule

$$CH^3-CH\overset{\diagup O\,MgO \diagdown}{\rule{4em}{0.4pt}}CH-CH^3,$$

susceptible d'être décomposée par l'eau, pour donner naissance au glycol bisecondaire

$$CH^3-CH\,OH-CH\,OH-CH^3:$$

Nous nous sommes proposé d'étudier l'action du même amalgame sur la diméthylcétone.

Si l'on fait tomber par petites portions de l'acétone pure et sèche sur de l'amalgame

de magnésium, on constate qu'il se produit une réaction énergique avec un fort dégagement de chaleur. On continue l'addition d'acétone tant que, par agitation, il y a élévation de température sensible à la main. La réaction est complète, lorsque l'on a consommé environ 3^{mol} d'acétone pour 1^{at} de magnésium. On obtient ainsi une masse pulvérulente, blanc grisâtre, dont l'analyse est impossible, en raison, d'une part, de la présence d'un peu de mercure finement divisé qu'elle retient mécaniquement et, d'autre part, de son instabilité à l'humidité.

Sa composition est cependant facile à établir; en effet, si on l'humecte d'eau glacée petit à petit, puis qu'on épuise ensuite la masse à l'eau bouillante, celle-ci laisse déposer une cristallisation abondante d'hydrate de pinacone.

Les formules suivantes rendent compte de la réaction :

$$2(CH^3-CO-CH^3)+Mg = \frac{CH^3}{CH^3}\!>\!C\overset{O\,Mg\,O}{\frown}C\!<\!\frac{CH^3}{CH^3},$$

$$\frac{CH^3}{CH^3}\!>\!C\overset{O\,Mg\,O}{\frown}C\!<\!\frac{CH^3}{CH^3} + H^2O = \frac{CH^3}{CH^3}\!>\!COH-COH\!<\!\frac{CH^3}{CH^3} + MgO.$$

De ces équations il résulterait qu'il faut employer deux molécules d'acétone pour un atome de Mg, tandis qu'en réalité il en intervient trois. Il semble qu'une molécule d'acétone est fixée par la combinaison comme acétone de cristallisation que l'on retrouve dans les eaux-mères de l'hydrate de pinacone, ainsi que dans les produits de la distillation sèche, comme nous le verrons plus loin.

Distillation sèche de l'acétone-magnésium. — Nous avons soumis à la distillation sèche la combinaison céto-magnésienne en vue d'obtenir, par séparation de MgO, l'oxyde de tétraméthyléthylène.

$$\frac{CH^3}{CH^3}\!>\!C\overset{O}{\frown}C\!<\!\frac{CH^3}{CH^3}.$$

Nous avons chauffé pendant 36 heures la combinaison au bain de limaille, dans un courant de gaz carbonique sec, entre 250° et 300°. Nous avons obtenu un liquide incolore se séparant en deux couches : une couche inférieure constituée par de l'eau et une couche supérieure dans laquelle nous avons séparé, par fractionnement, puis caractérisé l'acétone, l'alcool isopropylique, la pinacoline (produit principal) et l'oxyde de mésityle.

L'acétone ainsi obtenue représente l'acétone de cristallisation de la combinaison céto-magnésienne.

La pinacoline que l'on obtient à la place de l'oxyde de tétraméthyléthylène provient d'une transposition moléculaire qui se produit au moment de la séparation de MgO.

$$\frac{CH^3}{CH^3}\!>\!C\overset{O\,Mg\,O}{\frown}C\!<\!\frac{CH^3}{CH^3} = CH^3-CO-C\!\begin{array}{l}-CH^3\\-CH^3\\-CH^3\end{array} + MgO.$$

On obtient un rendement en pinacoline (21 pour 100 d'acétone) qui permet de considérer cette réaction comme le moyen le plus rapide et le plus avantageux de préparation de ce corps, car le procédé ordinaire, en partant de la pinacone, ne donne qu'un rendement beaucoup plus faible (3,5 pour 100 d'acétone primitivement employée).

La formation d'oxyde de mésityle résulte de la déshydratation d'une partie de l'acétone de cristallisation sous l'influence de MgO

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> CO + CH^3 - CO - CH^3 + MgO$$
$$= \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CO - CH^3 + Mg(OH)^2.$$

Cette réaction est en concordance avec le mode de préparation de l'oxyde de mésityle signalé par Fittig et consistant à faire réagir l'acétone sur la chaux.

La couche aqueuse recueillie à la distillation séche provient de la décomposition relativement facile, sous l'action de la chaleur, de $Mg(OH)^2$ en MgO et H^2O.

C'est à l'action d'une partie de cette eau sur les dernières traces d'amalgame n'ayant pas réagi qu'il faut attribuer la présence d'une petite quantité d'alcool isopropylique dans les produits de la distillation sèche.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxéthylcrotonique et l'acide éthylérythrique.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 436) j'ai indiqué la préparation des acides

$$CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CO^2H$$

et

$$CH^2OC^2H^5 - CHCl - CH^2 - CO^2H,$$

ainsi que celle de leurs nitriles; j'ai pu, depuis, passer de ces composés à l'acide non saturé $CH^2OC^2H^5 - CH = CH - CO^2H$ et de ce dernier à un acide éthylérythrique $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CHOH - CO^2H$.

Pour créer la double liaison en $\alpha\beta$ on peut partir de l'éther

$$CH^2OC^2H^5 - CHOH - CH^2 - CO^2C^2H^5,$$

l'additionner de la moitié de son poids d'anhydride phosphorique et le distiller ensuite

sous une pression légèrement réduite; la même opération peut être effectuée sur le nitrile correspondant à cet éther; on arrive ainsi à un éther et à un nitrile non saturés, qu'on peut obtenir également en traitant par l'éthylate de sodium l'éther

$$CH^2OC^2H^5 - CHCl - CH^2 - CO^2C^2H^5$$

ou le nitrile qui s'y rattache. En outre, l'action de la chaleur seule permet de passer des mêmes composés saturés aux mêmes corps éthyléniques, mais avec des rendements notablement moins bons.

Le nitrile $CH^2OC^2H^5 - CH = CH - CN$ est un liquide incolore, bouillant à 190°-191° sous 750mm, cristallisant quand on le refroidit avec du chlorure de méthyle; il fixe facilement une molécule d'acide chlorhydrique.

L'acide $CH^2OC^2H^5 - CH = CH - CO^2H$ est un corps solide blanc; soluble dans l'éther, la ligroïne, le benzène, l'alcool qui, par évaporation, l'abandonnent cristallisé. Il fond à 45° et bout à 145°-146° sous 26mm.

Son éther éthylique bout à 201°-203° sous 760mm; c'est la saponification de cet éther par la potasse qui a fourni l'acide dont il vient d'être question.

Préparation de l'acide éthylérythrique. — On dissout 10g d'acide oxéthylcrotonique fondant à 45° dans un litre d'eau, on ajoute ensuite assez de baryte pour donner une réaction franchement alcaline et l'on maintient le tout à 0° pendant qu'on ajoute goutte à goutte 14g,5 de permanganate de baryum dissous dans 720g d'eau. L'addition terminée on fait passer dans le liquide un courant d'acide carbonique; on fait ensuite bouillir, on filtre et l'on précipite exactement par l'acide sulfurique le baryum resté en solution. Après une nouvelle ébullition, on filtre, puis on évapore dans le vide sulfurique. On obtient ainsi 4g de cristaux, mais ils sont de deux espèces; on les sépare en dissolvant le tout dans le minimum de benzène bouillant; par refroidissement il se précipite 2g d'acide éthylérythrique pur; quant au produit resté en solution il ne renferme guère que l'acide éthylénique d'où l'on était parti.

L'acide éthylérythrique $CH^2OC^2H^5 - CHOH - CHOH - CO^2H$ fond à 90°-92°. Saturé par la quantité théorique de chaux il s'est neutralisé, mais n'a donné ainsi qu'un produit gommeux.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine.* Note de **L.-J. Simon**, présentée par M. H. Moissan.

I. J'ai montré récemment que l'action réductrice de l'hydroxylamine vis-à-vis du permanganate variait dans des limites très étendues suivant la nature de l'acide auquel elle est combinée et suivant d'autres facteurs. Ces variations tiennent à la superposition de réactions s'effectuant avec des

vitesses différentes. J'ai pu, en me plaçant dans des conditions particulières, les amener à être successives et rendre ainsi manifeste à la fois ce qui tient à la nature de l'acide et à l'acidité.

Devant l'impossibilité qui en résulte de doser l'hydroxylamine par réduction du permanganate en liqueur acide, j'ai proposé (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1339), d'effectuer ce dosage au moyen d'un artifice particulier, consistant à additionner le sel *neutre* d'hydroxylamine d'un excès d'oxalate disodique. C'est l'intervention de cet oxalate que j'ai soumis à un examen plus approfondi qui fait l'objet de la Note présente.

Envisageons en particulier le cas du nitrate d'hydroxylamine; tout se passe de même avec le chlorhydrate et le sulfate, c'est-à-dire avec les acides dont les sels alcalins sont neutres à la fois à tous les indicateurs colorés; par contre, nous excluons de ce qui suit le phosphate ou l'arséniate.

II. A la solution neutre de nitrate d'hydroxylamine ajoutons la quantité équivalente d'oxalate disodique calculée d'après l'équation

$$\text{(I)}\quad 2(NO^3H.NH^2OH) + C^2O^4Na^2 = 2NO^3Na + C^2O^4H^2, 2(NH^2OH).$$

Versons dans cette solution le permanganate; il est décoloré, et l'on est averti par *un virage très précis* de la fin de l'oxydation. La quantité d'oxydant employée correspond exactement à ce qu'exigerait l'oxalate d'hydroxylamine

$$\text{(II)}\quad \left\{ \begin{aligned} &2MnO^4K + 4[C^2O^4H^2, 2(NH^2OH)] \\ &\quad = 2C^2O^4Mn + 2C^2O^4KH + N^2O + 6N + 15H^2O. \end{aligned} \right.$$

1^{mol} d'hydroxylamine réduit donc dans ces conditions $0^{mol},25$ de permanganate (*loc. cit.*).

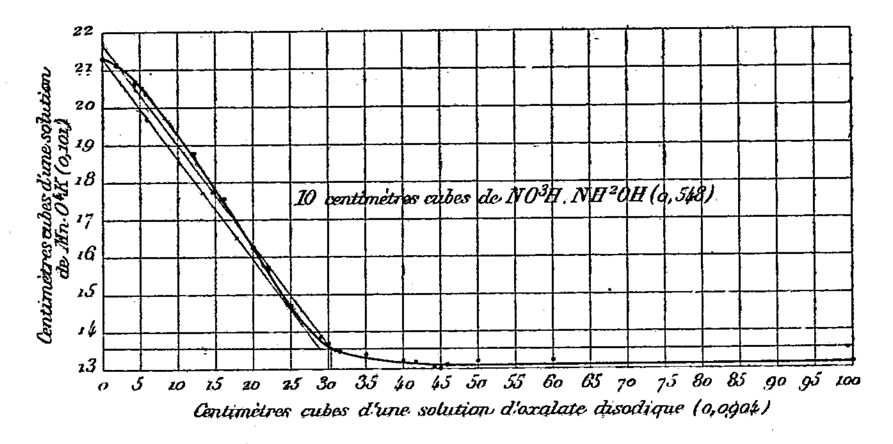
III. Répétons maintenant l'opération précédente en employant des quantités variables d'oxalate disodique : les résultats sont représentés graphiquement sur la courbe ci-après dans laquelle le volume de permanganate est porté en ordonnées et l'oxalate en abscisses.

Comme première approximation les points se disposent sur deux droites qui se croisent sur l'ordonnée relative à la quantité d'oxalate équivalente au nitrate dans le sens indiqué plus haut. Ce point est celui qui correspond au cas précédent.

A partir de ce point, pour des doses croissantes d'oxalate, les points se disposent sur une parallèle à Ox. Donc, *le nitrate d'hydroxylamine addi-*

tionné d'une quantité d'oxalate disodique supérieure à une demi-molécule se comporte à l'oxydation comme l'oxalate d'hydroxylamine pur.

A partir du même point, pour des doses décroissantes d'oxalate, les points se disposent sur une droite inclinée sur Ox, dirigée vers l'axe des y



positifs qu'elle coupe évidemment au point représentatif de l'expérience faite sur le nitrate pur.

Donc, *le nitrate d'hydroxylamine additionné d'une quantité d'oxalate inférieure à une demi-molécule se comporte à l'oxydation comme si tout cet oxalate était transformé en oxalate d'hydroxylamine et comme si ce sel et l'excès de nitrate réduisaient indépendamment le permanganate chacun selon sa loi particulière en liqueur neutre.*

Ces deux séries d'observations sont d'ailleurs la conséquence directe du seul fait expérimental que le pouvoir réducteur de l'oxalate d'hydroxylamine n'est pas modifié par l'addition d'une quantité quelconque de nitrate de sodium.

IV. En réalité les choses ne sont pas aussi simples.

La courbe de gauche n'est pas rectiligne et présente un point d'inflexion qui se trouve sur la droite théorique.

Il y a pour cela deux causes antagonistes dont les effets ne se compensent pas. D'une part l'incertitude de lecture inhérente au virage peu précis diminue le pouvoir réducteur apparent de l'hydroxylamine; d'autre part l'oxalate monopotassique qui résulte de l'action réductrice de l'oxalate d'hydroxylamine [équation (II)] agit comme le ferait un acide sur le pouvoir réducteur du nitrate; c'est-à-dire que, même à très petite dose, il élève ce pouvoir réducteur comme je l'ai vérifié directement.

La courbe de droite n'est pas non plus rectiligne; elle s'abaisse au-dessous

de la droite théorique, passe par un minimum et se relève ensuite légèrement pour devenir asymptote à une droite voisine de la droite théorique, mais pratiquement distincte de celle-ci.

Cet écart ne tient pas à la lecture qui est très précise; il est dû, comme je m'en suis également assuré directement, à l'action atténuante de l'oxalate disodique sur le pouvoir réducteur de l'oxalate d'hydroxylamine.

V. Cette légère diminution du pouvoir réducteur prend de l'importance si l'on envisage le dosage de l'hydroxylamine par la méthode que j'ai proposée. Elle conduisait en effet, si on la négligeait, à une erreur qui peut atteindre $\frac{1}{30}$. On peut améliorer ce résultat comme il suit : Une mesure faite en présence d'un excès d'oxalate disodique fournit une première estime de l'hydroxylamine exacte à $\frac{1}{30}$ près *par défaut*. Cette valeur permet de calculer le volume [1] d'une solution titrée d'oxalate de soude qui lui correspond d'après l'équation (1). Si l'on répète la mesure en employant cette quantité par défaut d'oxalate, on trouvera une nouvelle valeur de l'hydroxylamine, *par excès* cette fois comme cela résulte de l'examen de la courbe. La vraie valeur sera comprise entre ces deux limites; en prenant la moyenne on peut espérer l'approximation du centième. C'est tout ce que peut donner la méthode.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Glycérophosphates de pipérazine.* Note de M. A. Astruc, présentée par M. H. Moissan.

Frappé de quelques caractères chimiques de la pipérazine, bien mis en évidence par M. Berthelot [2], j'ai songé à effectuer un travail d'ensemble sur les sels de cette base; j'ai obtenu un certain nombre de corps nouveaux dont quelques-uns seront susceptibles, sans doute, d'applications médicales. Les glycérophosphates de pipérazine feront l'objet de cette Note.

La pipérazine qui a servi à mes expériences est l'hydrate solide, cristallisé avec 6^{mol} d'eau, répondant à la formule $C^4H^{10}Az^2, 6H^2O$. L'acide glycérophosphorique employé est une solution commerciale du corps pur, à 20 pour 100 d'acide anhydre.

---

(1) Si l'on emploie des liqueurs décinormales de permanganate et d'oxalate le volume d'oxalate à employer dans le second essai est le double de celui du permanganate utilisé dans le premier.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 687-701.

Glycérophosphate acide de pipérazine. — En évaporant au bain-marie une solution aqueuse de 2^{mol} d'acide glycérophosphorique et 1^{mol} de pipérazine, on obtient un résidu liquide sirupeux; celui-ci, conservé quelques jours dans une cage à dessiccation, sur l'acide sulfurique, se présente alors comme une masse non cristallisée, pâteuse, filante, transparente, lentement soluble dans l'eau, mais en toutes proportions.

La solution aqueuse louchit par l'addition d'alcool à 90°-95°; elle précipite par l'acétate neutre et basique de plomb, par l'acide picrique, etc.; elle ne trouble pas par le chlorure de baryum (sauf en présence de potasse), par le nitrate d'argent, par l'iodure de potassium ioduré, par le nitromolybdate d'ammoniaque à froid, par la mixture ammoniacomagnésienne, etc.

L'analyse lui assigne la composition

$$PO\begin{cases}OH,\\OH\\OC^3H^5(OH)^2\end{cases}\quad C^4H^{10}Az^2,\quad \begin{matrix}HO\\HO\\(HO)^2H^5C^3O\end{matrix}\Big\rangle OP, H^2O.$$

Au point de vue acidimétrique, la solution de glycérophosphate acide de pipérazine est très sensiblement neutre à l'hélianthine A, et acide en présence de la phtaléine du phénol. La neutralisation vis-à-vis de ce dernier colorant exige, pour 1^{mol} du corps, 3^{mol} d'alcali, d'après l'équation

$$\underbrace{\left(PO\begin{cases}OH\\OH\\OC^3H^5(OH)^2\end{cases}\right)^2, C^4H^{10}Az^2}_{\substack{\text{Neutre à l'hélianthine.}\\ \text{Acide à la phtaléine.}}} + 3\,MOH\ \text{(1)}$$

$$= \underbrace{PO\begin{cases}OH, C^4H^{10}Az^2\\OM\\OC^3H^5(OH)^2\end{cases}}_{\substack{\text{Neutre}\\ \text{à la phtaléine.}}} + \underbrace{PO\begin{cases}OM\\OM\\OC^3H^5(OH)^2\end{cases}}_{\substack{\text{Neutre}\\ \text{à la phtaléine.}}} + 3\,H^2O.$$

Cette réaction m'a même permis d'établir un procédé de dosage volumétrique du glycérophosphate acide de pipérazine.

Glycérophosphate neutre de pipérazine. — J'ai préparé le glycérophosphate neutre de pipérazine :

1° Par évaporation au bain-marie, et dessiccation ultérieure sur l'acide sulfurique, d'une solution aqueuse d'acide glycérophosphorique et de pipérazine, faite dans des proportions équimoléculaires;

(1) M représente un métal monovalent.

2° Par précipitation au moyen de l'alcool fort (à 90° et absolu), de la solution aqueuse précédente concentrée. L'opération est assez pénible, par suite de la séparation d'une partie du produit en masse d'aspect huileux et adhérant aux parois du vase; cette masse nécessite une redissolution dans une petite quantité d'eau et une nouvelle précipitation par l'alcool;

3° Par mélange des solutions d'acide et de base, effectuées dans les proportions ci-dessus, mais dans l'alcool à 90°-95°. On obtient un liquide fortement trouble, ne tardant pas à se transformer en précipité cristallin et floconneux. Au bout de quelques heures ce précipité peut être facilement séparé du liquide qui l'englobe en s'aidant de la trompe et séché par simple exposition à l'air ou sous une cloche, en présence d'acide sulfurique; en le maintenant alors pendant quelques minutes dans l'étuve à 100°, on l'obtient parfaitement sec et anhydre.

Préparé par les deux premiers procédés, le glycérophosphate neutre de pipérazine se présente sous l'aspect d'une poudre blanche, amorphe; la troisième méthode donne un produit fort joli, bien cristallisé en lamelles brillantes, légères. Inaltérable à 100°, ce corps fond vers 155° en se décomposant; il est soluble en toutes proportions dans l'eau, insoluble dans l'alcool absolu et presque insoluble dans l'alcool à 95° et 90°.

La solution aqueuse précipite en blanc par l'alcool fort, par l'acétate neutre et basique de plomb, par l'azotate d'argent (ce précipité est soluble dans l'acide glycérophosphorique), par le chlorure de baryum, en présence d'un excès de potasse; elle donne un précipité, jaune avec l'acide picrique et l'acétate d'urane, brun avec l'iodure de potassium ioduré; elle ne trouble pas à froid par le nitromolybdate d'ammoniaque, ni par la mixture ammoniaco-magnésienne.

Ses caractères d'analyse répondent à la formule :

$$\mathrm{PO}\begin{cases}\mathrm{OH,\ C^4H^{10}Az^2}\\ \mathrm{OH}\\ \mathrm{OC^3H^5(OH)^2}\end{cases}.$$

Ce glycérophosphate de pipérazine se comporte comme un corps à la fois acide et alcalin : acide à la phtaléine du phénol et alcalin au méthylorange. Une molécule de base le neutralise vis-à-vis du premier colorant et une molécule d'acide monobasique vis-à-vis du second. Les réactions qui s'effectuent dans les deux cas sont représentées par les deux équations suivantes :

$$\underbrace{\mathrm{PO}\begin{cases}\mathrm{OH,\ C^4H^{10}Az^2}\\ \mathrm{OH}\\ \mathrm{OC^3H^5(OH)^2}\end{cases}}_{\text{Acide à la phtaléine.}} + \mathrm{MOH} = \underbrace{\mathrm{PO}\begin{cases}\mathrm{OH,\ C^4H^{10}Az^2}\\ \mathrm{OM}\\ \mathrm{OC^3H^5(OH)^2}\end{cases}}_{\text{Neutre à la phtaléine.}} + \mathrm{H^2O}$$

$$\underbrace{2\left(\mathrm{PO}\begin{cases}\mathrm{OH,\ C^4H^{10}Az^2}\\ \mathrm{OH}\\ \mathrm{OC^3H^5(OH)^2}\end{cases}\right)}_{\text{Alcalin à l'hélianthine.}} + 2\,\mathrm{RH}\,(^1) = \underbrace{\left(\mathrm{PO}\begin{cases}\mathrm{OH}\\ \mathrm{OH}\\ \mathrm{OC^3H^5(OH)^2}\end{cases}\right)^2,\ \mathrm{C^4H^{10}Az^2}}_{\text{Neutre à l'hélianthine.}} + \underbrace{\mathrm{C^4H^{10}Az^2,\ 2\,RH}}_{\text{Neutre à l'hélianthine.}}$$

(1) RH représente un acide monobasique : HCl par exemple.

Grâce à ces deux équations, j'ai imaginé une méthode de dosage volumétrique du glycérophosphate neutre de pipérazine; elle présente des caractères de simplicité, de rapidité et d'exactitude.

Je poursuis actuellement l'étude de composés salins de ce genre, et donnerai sous peu les résultats que je possède sur d'autres corps parfaitement cristallisés tels que cacodylate, salicylate, etc. de pipérazine.

MINÉRALOGIE. — *Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire.* Note de M. G. **Friedel**, présentée par M. Michel Lévy.

On se contente généralement de justifier l'hypothèse de la structure périodique de la matière cristallisée par l'anisotropie et l'homogénéité. La plupart des auteurs définissent le cristal : toute portion de matière solide anisotrope et homogène. Il est clair cependant que, si cette définition était suffisante, elle serait applicable à tout fragment de matière amorphe anisotrope (verre comprimé ou trempé, gélatine, fibres animales ou végétales) assez petit pour être homogène. Si la structure périodique pouvait s'en déduire, on devrait l'attribuer à ces substances amorphes aussi bien qu'aux cristaux, quitte à ne considérer la périodicité comme rigoureuse que dans une portion rigoureusement homogène, comme on doit le faire aussi pour les cristaux. Ni l'anisotropie, ni l'homogénéité ne sont donc des propriétés caractéristiques du cristal.

Parmi les propriétés des corps solides il faut distinguer : 1° les propriétés scalaires; 2° les propriétés vectorielles *continues*, c'est-à-dire qui varient d'une manière continue avec la direction; 3° les propriétés vectorielles *discontinues*, qui varient d'une manière discontinue avec la direction.

C'est aux deux premiers groupes que l'on réserve en général improprement le nom de propriétés *physiques* et c'est des propriétés continues que l'on pense pouvoir tirer la structure réticulaire. Mais les unes et les autres appartiennent aussi bien à la matière amorphe qu'à la matière cristallisée. Elles ne peuvent par suite servir à définir d'une manière précise l'état cristallin, ni à supporter la différence essentielle de structure entre le cristal et le corps amorphe, que suppose l'hypothèse réticulaire.

Il n'en est pas de même des propriétés vectorielles discontinues. Elles se manifestent par l'existence de plans et droites de directions déterminées qui jouissent de propriétés dont les plans et droites de direction voisine ne jouissent pas à un degré voisin. Ce sont : l'existence des faces planes et

arêtes rectilignes extérieures, des clivages plans ou linéaires, des plans et axes de glissement et de macle. On donne à ces propriétés, très improprement, le nom de propriétés *géométriques* des cristaux. Ce sont des propriétés physiques comme les autres et qui n'ont que cette particularité de s'exprimer par des ensembles de plans, tandis que les propriétés continues s'expriment par d'autres surfaces, des ellipsoïdes par exemple. Ces propriétés discontinues sont seules caractéristiques de l'état cristallin.

Il est donc parfaitement illusoire d'essayer de baser, sur autre chose que sur les propriétés discontinues, une hypothèse qui attribue à la matière cristalline une structure spéciale, différente de celle de la matière amorphe. En d'autres termes, l'existence des faces planes est un fait d'observation, indépendant des autres propriétés des cristaux, qui n'en peut être déduit logiquement par aucun moyen, et qui seul différencie nettement la matière cristallisée de la matière amorphe.

La théorie réticulaire ne peut donc se dispenser de prendre pour base l'existence des faces planes et la loi qui régit leurs directions. Dès lors, il importe, au lieu de poser *a priori* l'hypothèse du réseau, comme on l'a fait généralement jusqu'ici, de rechercher d'abord les conséquences purement logiques de ces faits d'expérience fondamentaux, dont il est impossible de se passer. On saura alors d'une manière précise ce que l'hypothèse réticulaire leur emprunte et ce qu'elle leur ajoute.

On appelle élément de symétrie d'un objet quelconque un élément de symétrie qui appartient à *toutes* ses propriétés. Par suite la symétrie d'un corps ne peut être supérieure à la symétrie de celle de ses propriétés qui est le moins symétrique. Il n'y a aucune différence à faire à ce point de vue, dans un cristal, entre les propriétés discontinues (dites géométriques) et les propriétés continues (dites physiques).

Soient Γ_a, Γ_b, Γ_c, ... les groupes de symétrie appartenant aux diverses propriétés a, b, c, ... d'un même corps. Le groupe Γ qui caractérise la symétrie du corps est, par définition, un sous-groupe de chacun des groupes Γ_a, Γ_b, Γ_c, ..., Γ_p, ... Une propriété p ne peut, de par sa nature, comporter qu'un certain nombre de types de symétrie Γ_p^1, Γ_p^2, ... Elle impose par là au groupe Γ un certain nombre de maxima.

En particulier, considérons un cristal et les propriétés discontinues qui le caractérisent. On peut les exprimer de la manière la plus générale par un *faisceau de plans* menés par un point parallèlement à toutes les faces (clivages, etc.) du cristal, les deux faces de chacun de ces plans étant en géné-

ral distinctes. Ces plans, en nombre essentiellement fini (discontinuités) répondent à la loi d'Haüy. Prenons celle-ci, pour en rechercher les conséquences, sous sa forme la plus large et la moins précisée (loi des caractéristiques rationnelles) : *Les caractéristiques de toutes les faces du faisceau peuvent toujours être prises entières et inférieures à un certain maximum.* Il est aisé de déduire de là que les seuls axes de symétrie possibles pour un faisceau, c'est-à-dire pour les propriétés discontinues, sont les axes d'ordre 2, 3, 4, 6. Les groupes de symétrie Γ_f qui conviennent à un faisceau d'un nombre fini de plans sont par suite tous ceux qui conviennent à une figure astreinte à cette *seule* condition de n'avoir que des axes d'ordre 2, 3, 4, 6, en nombre fini. Il y en a 32, qui sont les 32 types cristallins bien connus.

Le groupe Γ du cristal ne peut *a fortiori* posséder que des axes d'ordre 2, 3, 4, 6. Γ appartient donc aussi à l'un des 32 mêmes types. Γ peut d'ailleurs, pour un cristal donné, n'être pas le même que Γ_f. Mais il est par définition un sous-groupe de Γ_f. D'où l'existence des 32 types de symétrie cristalline. Aucune hypothèse structurale n'est nécessaire ni utile pour arriver à ce résultat, simple conséquence immédiate de la loi d'Haüy.

En outre, parmi les 32 types Γ_f, il en est qui sont tels qu'aucune addition de faces conformes à la loi d'Haüy (c'est-à-dire possibles dans le cristal en vertu de cette loi) ne peut augmenter la symétrie du faisceau. Ils sont dits *holoèdres*. Dans les autres on peut toujours, en ajoutant des faces conformes à la loi d'Haüy (et dont une partie existe souvent) augmenter la symétrie du faisceau. Ils sont dits *mériédres*. Pour connaître dans chaque cas le groupe Γ, et par suite pour savoir auquel des groupes Γ_f le cristal doit être rapporté, l'étude de *toutes* les autres propriétés du cristal est nécessaire. C'est dire que cette détermination reste toujours revisable. Mais, quant à savoir si ce groupe Γ_f est une holoédrie ou une mériédrie, ces autres propriétés n'y sont pour rien. Seule la loi d'Haüy est donc nécessaire et suffisante pour définir l'holoédrie et la mériédrie. Toute hypothèse structurale est encore, à ce point de vue, inutile.

Nous montrerons prochainement par où les résultats logiques de la loi d'Haüy s'écartent de ceux auxquels conduit l'hypothèse réticulaire, et comment cette hypothèse ajoute à la loi d'Haüy un autre fait d'observation important, masqué par l'introduction prématurée du réseau.

ÉCONOMIE RURALE. — *Les exigences du tabac en principes fertilisants.* Note de MM. **A.-Ch. Girard** et **E. Rousseaux**, présentée par M. Müntz.

Nos études poursuivies pendant plusieurs années dans treize champs d'expériences répartis sur onze départements apportent au point de vue économique un contingent nouveau aux importants travaux du personnel des manufactures de l'État, parmi lesquels ceux de M. Th. Schlœsing sont devenus classiques. Elles ont eu pour objet principal le calcul des quantités de principes fertilisants que le tabac emprunte au sol pour son développement, notion indispensable pour la judicieuse application des fumures.

Cette détermination, facile pour la plupart des autres récoltes, est assez compliquée pour le tabac; car il faut évaluer exactement non seulement les feuilles, les tiges et les racines à la récolte, mais encore les organes enlevés en cours de culture : écimages, épamprements, ébourgeonnages.

Les exigences rapportées à 1^{ha} de sol présentent des variations telles qu'il semble au premier abord difficile d'établir une moyenne. Mais nous avons observé que ces variations tiennent surtout à la variabilité même des rendements, et que si, au lieu de prendre comme unité de comparaison l'hectare, on prend la tonne de feuilles sèches produites, les écarts s'atténuent beaucoup. On obtient ainsi des chiffres assez constants, qui sont en moyenne les suivants :

	Pour 1000^{kg} de feuilles sèches produites.	
	Tabac à fumer.	Tabac à priser.
	k	k
Azote absorbé en moyenne..............	75,5	82,5
Acide phosphorique absorbé en moyenne..	16,3	15,6
Potasse absorbée en moyenne............	142,2	83,4
Chaux absorbée »	104,0	112,2

Connaissant le rendement, on peut calculer l'emprunt fait au sol.

Si l'on compare le tabac à fumer avec le tabac à priser, on voit que, pour produire le même poids de feuilles des deux variétés, il faut que la plante absorbe à peu près les mêmes quantités d'Az, de P^2O^5, de CaO; la différence essentielle réside dans les exigences de potasse beaucoup plus élevées pour le tabac à fumer.

D'après nos expériences, l'explication de ce fait ne doit être cherchée ni dans la qualité des sols, ni dans la nature des fumures, ni dans le mode de culture. L'absorption de potasse qui, d'après les travaux de M. Schlœsing, coïncide avec la combustibilité, est un attribut de la variété; il y a là

un caractère chimique et physiologique qui s'ajoute aux caractères botaniques de la plante.

Si ensuite nous comparons le tabac avec les autres cultures, nous constatons qu'il se place parmi les moins exigeantes pour P^2O^5, parmi les plus exigeantes pour Az, CaO et K^2O, ce dernier élément constituant ce qu'on appelle *la dominante*.

Mais en réalité, si l'on considère seulement les feuilles qui quittent le domaine, on conclut que l'exportation proprement dite est assez restreinte.

Le tabac, en effet, offre cette particularité que l'élaboration du produit marchand entraîne la formation abondante de produits sans valeur, ainsi que l'indique le Tableau suivant :

	Pour 100 de matière sèche.	Pour 100 des éléments absorbés : Az.	P^2O^5.	K^2O.	CaO.
Il y a dans les épamprements....	6,3	8,2	5,1	9,3	9,7
» écimages........	0,4	0,8	1,2	0,6	0,2
» ébourgeonnages...	8,5	14,8	18,3	12,9	2,8
» tiges............	17,7	17,5	18,7	17,9	7,7
» racines...........	25,6	13,9	19,4	11,7	7,5
» feuilles...........	41,4	44,7	37,3	47,6	71,9

Ces chiffres, instructifs à plusieurs points de vue, montrent que la moitié à peine du travail végétatif concourt à la formation du produit marchand.

Nous sommes en droit de considérer le tabac comme une machine végétale à mauvais rendement. Comme correctif, nous remarquerons que les produits accessoires, résidus de la culture, peuvent, d'après nos études, constituer un véritable engrais vert à nitrification rapide, et, si le kilogramme de produit utile coûte cher, son prix de vente est plus élevé que pour aucune autre récolte.

Une des caractéristiques les plus importantes de la culture du tabac est la rapidité extrême de sa végétation; nous avons en effet constaté qu'en 60 jours il acquiert les $\frac{9}{10}$ de son poids. Pour discuter les besoins réels d'une plante, il importe d'introduire en Agronomie la notion des exigences journalières. Ainsi étudié, le tabac se révèle comme ayant une consommation intense, supérieure de beaucoup à celle des autres cultures. La méthode classique qui consiste à évaluer les exigences d'une culture en la totalisant laisse échapper ce fait d'importance capitale.

D'autre part nos études montrent que, pour satisfaire à cette rapide

absorption, le tabac ne possède ni un système foliacé ni un système radiculaire exceptionnellement développés.

Toute la culture du tabac doit être dominée par les données physiologiques que nous venons de résumer. Elles nous ont permis de discuter utilement les questions relatives au choix des sols et à leur préparation, à la place du tabac dans les assolements, à la nature et au mode d'application des fumures; elles nous ont conduit notamment à cette conclusion pratique importante, c'est que les engrais chimiques à éléments immédiatement assimilables répondent le mieux aux exigences d'une récolte qui absorbe beaucoup en peu de temps.

ZOOLOGIE. — *La genèse des gamètes et l'anisogamie chez les* Monocystis *du Lombric*. Note de M. **Louis Brasil**, présentée par M. Yves Delage.

Depuis la découverte par Siedlecki de la conjugaison des sporoblastes chez *Monocystis ascidiæ*, le phénomène a été retrouvé pour plusieurs autres Grégarines. Cuénot, Prowazek et Cecconi, en particulier, ont étudié les *Monocystis* des Lombrics, et de leurs recherches est résultée cette conclusion que pour ces formes, comme d'ailleurs Siedlecki l'avait reconnu chez *Monocystis ascidiæ*, les gamètes copulant deux à deux sont identiques. Contrairement à ce qui se passe chez diverses Polycystidées, il semblait donc que l'isogamie fût constante chez les Monocystidées. L'observation de deux Monocystidées parasites d'Annélides marines, *Urospora* et *Gonospora*, m'ayant conduit à une conclusion différente, j'ai été engagé à reprendre à mon tour l'étude des *Monocystis* des Lombrics. Les résultats complets de cette étude vont faire l'objet d'un travail accompagné de planches; je ne donne dans cette Note que les points les plus saillants.

Du début de l'enkystement jusqu'au moment de la mise en liberté des gamètes, mes observations concordent dans les grandes lignes avec celles de Cuénot; je ferai remarquer cependant que la genèse des gamètes ne suit pas un schéma unique applicable à tous les *Monocystis* des Lombrics. Il y a des variantes considérables, chaque espèce présentant à ce point de vue une modalité qui lui est spéciale. Le point de départ de ces variantes paraît résider dans la quantité plus ou moins grande de chromatine — quantité sensiblement constante pour chaque espèce — employée dans la mitose initiale.

Les sphères attractives toujours annexées aux noyaux en activité sont constamment pourvues de centrioles excentriques très nets. La première sphère, d'origine nucléaire comme les suivantes et comme elles munie d'un centriole d'abord unique, apparaît

dès que le noyau commence à présenter les signes précurseurs de la première mitose. Elle se dédouble ainsi que son centriole pour occuper les deux pôles du fuseau, le centriole subissant un nouveau dédoublement au moment de l'anaphase. Les mêmes faits se reproduisent à chaque division nucléaire.

Les divisions nucléaires étant terminées dans un kyste et tous les petits noyaux s'étant disposés à la périphérie des deux grégarines ou des lobes qu'elles ont formés, les gamètes s'isolent, et l'on peut alors constater, de la façon la plus nette, sur les préparations de matériel rigoureusement bien fixé, que les gamètes ne sont pas tous semblables. Ils appartiennent à deux types, chacune des deux grégarines associées donnant naissance à un type unique particulier. La forme générale est bien la même, et ce n'est d'ailleurs pas celle qu'ont représentée Wolters, Cuénot et Prowazek. Quelle que soit leur origine et quelle que soit l'espèce à laquelle ils appartiennent, tous les gamètes ont l'apparence d'une petite poire presque sphérique et très régulière rappelant tout à fait les gamètes d'*Urospora;* le noyau est marginal, le centrosome déterminant une petite saillie conique qui donne l'aspect piriforme. Mais, si tous les gamètes ont une apparence générale identique, ils diffèrent pour une même espèce dans les dimensions et dans la structure. La différence la plus appréciable, en dehors de la taille, est d'ordre nucléaire. Le noyau du gamète le plus volumineux est relativement grand et pauvre en chromatine; le noyau du petit gamète est réduit mais très chromatique. Et ces différences sont suffisamment accusées pour frapper immédiatement la vue dans les kystes où les deux types de gamètes ne sont pas encore mélangés. L'accumulation dans l'un des hémisphères des petits éléments chromatiques, dans l'autre des éléments pâles, produit un tel contraste que l'œil le perçoit avant d'en analyser la cause.

La copulation a lieu entre éléments dissemblables et, sitôt opérée, les deux noyaux se rapprochent et se fusionnent. Le zygote prend alors la forme naviculaire; trois mitoses successives bien caractérisées donnent les noyaux des huit sporozoïtes.

De ceci résulte que chez les *Monocystis* du Lombric, contrairement à l'opinion généralement admise, la conjugaison est anisogame, certes à un degré moins accusé que chez *Stylorhynchus* et *Pterocephalus,* mais cependant d'une façon extrêmement nette et absolument indubitable. L'isogamie qui semblait la règle chez les Monocystidées perd donc tous les jours du terrain; elle tend à devenir l'exception.

ZOOLOGIE. — *Sur les Alpheidæ des Laquedives et des Maldives.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Une expédition anglaise, sous la direction de M. J. Stanley Gardiner, a exploré les Laquedives et les Maldives pendant une année presque entière, de juin 1899 à fin avril 1900. Elle a rassemblé des collections très importantes au point de vue de la faune terrestre et marine de ces curieux archi-

pels, inhospitaliers et peu connus, malgré la proximité de l'Inde anglaise.

Les Décapodes de la famille des Alpheidæ m'ont été communiqués, et les résultats de leur étude forment une partie de l'Ouvrage consacré à l'expédition.

Les archipels des Laquedives et des Maldives étant par excellence une *poussière* d'atolls madréporiques, il était permis de penser *a priori* que leur exploration méthodique apporterait une contribution importante à notre connaissance de la faune corallienne.

En ce qui concerne les Alpheidæ, la richesse de la faune dépasse tout ce que l'on pouvait espérer. La collection comprend 76 espèces, près de la moitié des formes actuellement connues, et, parmi ces formes, 48 sont nouvelles pour la Science. Aucune expédition n'a jamais donné, même de loin, un semblable résultat. Si la localité choisie s'est montrée exceptionnellement riche, il faut aussi que son exploration ait été conduite avec une méthode et une science de la recherche des espèces marines qu'on ne saurait trop mettre en relief.

Ces 76 espèces, comprenant plusieurs centaines de spécimens, ont été recueillies dans 83 stations. Dans 62 d'entre elles, des dragages ont été effectués par des profondeurs de 3^m à 175^m, le plus grand nombre par 50^m à 80^m. Les dragages ont fourni la plus grande partie des formes nouvelles. Cette méthode de recherches se montre toujours féconde en résultats, la faune de la zone littorale étant de beaucoup la plus variée, et il est certain qu'elle donnerait une riche moisson de faits nouveaux si elle était appliquée à de nombreuses régions littorales du globe, encore inconnues à ce point de vue.

Les Alpheidæ devront désormais occuper l'un des tout premiers rangs parmi les groupes d'animaux sédentaires qui viennent chercher le vivre et le couvert dans les anfractuosités des Coraux constructeurs de récifs.

Six genres de cette famille ont reçu, par l'étude de la collection ci-dessus, des additions d'importance variable.

L'*Automate Gardineri* n. sp. porte à quatre le nombre des espèces du genre *Automate* de Man, qui en comptait une seule en 1903, et dont l'aire de dispersion comprend toute la zone intertropicale.

Le genre *Arete* Stimpson, qui comprend aussi quatre espèces avec une dispersion assez identique, s'augmente, avec l'*Arete Borradailei* n. sp., d'une très curieuse forme. En lui comparant deux espèces, nouvelles également, du genre *Athanas* Leach, l'*Ath. Naifaroensis* et l'*Ath. areteformis*, on assiste en effet au mécanisme par lequel les espèces des deux genres ont pu diverger assez pour ne plus pouvoir être maintenues dans une même coupe générique. Aucun autre exemple n'illustre non plus de façon

aussi tangible le recouvrement graduel des yeux par des expansions du bord frontal, recouvrement qui atteint une perfection si singulière chez des espèces telles que l'Alphée frontale.

Le genre *Synalpheus* Bate s'augmente de douze espèces ou variétés. C'est dire qu'il est plus que doublé. Un genre de vie identique a donné un facies commun à la plupart de ses espèces, lentes à se mouvoir, commensales des Madrépores et des Éponges, de formes arrondies et trapues. Elles doivent sans doute à ces conditions éthologiques communes d'avoir offert peu de prise à des variations persistantes et fixées sous forme spécifiques; les caractères de ces espèces se montrent rares et peu visibles, plusieurs sont fondés sur l'atténuation variable de détails propres aux *Hippolytidæ*, dont le genre *Synalpheus* est particulièrement voisin. Les espèces faciles à distinguer dans le genre sont précisément celles qui possèdent un genre de vie très tranché, *S. comatularum*, par exemple, dont le nom indique suffisamment le commensalisme.

Dans le genre *Alpheus* Fabr., le nombre des formes nouvelles est particulièrement grand dans certains groupes d'espèces, qui précisément ressemblent par « convergence » à celles du genre *Synalpheus*, dont elles partagent le genre de vie sédentaire, les formes massives, la tendance à la réduction de l'écaille antennaire. Les unes et les autres sont les plus hautement caractéristiques des récifs, dont elles peuplent les interstices s'il s'agit de Madrépores cespiteux, ou les trous et les galeries s'il s'agit de blocs compacts creusés par les Mollusques saxicaves. Pour quelques-unes de ces Alphées du groupe *crinitus*, les différences spécifiques, constantes cependant, sont si faibles, et laissent si clairement apercevoir leur filiation, qu'on échappe difficilement à cette impression (malheureusement non susceptible de preuves) qu'il s'agit d'espèces de formation actuelle, résultant de variations en voie de se fixer. Entre l'*A. paraculeipes* n. sp. et l'*A. spongiarum* H. Coutière, par exemple, tout se passe comme s'il y avait corrélation entre les minimes différences de forme et les différences d'habitat, ce dernier étant toujours les oscules d'une Éponge pour l'*A. spongiarum*.

L'espèce *A. Miersi* H. Coutière, dont j'ai pu étudier de nombreux spécimens, s'est trouvé présenter un cas de dimorphisme des mâles, lié vraisemblablement à l'activité sexuelle, et dont il existe quelques rares exemples chez les Décapodes et les Isopodes.

Parmi les espèces du groupe « *Edwardsi* », les plus grandes et les plus évoluées du genre, plusieurs formes se montrent aussi comme si elles étaient d'isolement spécifique récent. Les espèces de ce groupe sont moins étroitement liées aux Polypiers morts ou vivants, leur territoire de chasse est plus étendu et leur vie plus active. C'est chez elles que l'on trouve, sous sa forme la plus perfectionnée, le singulier appareil d'intimidation et d'attaque qu'est la grande pince de la première paire, avec ses dispositifs de détente et de frénation.

PHYSIOLOGIE. — *Stérilité et alopécie chez des Cobayes soumis antérieurement à l'influence d'extraits ovariens de Grenouille.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

Au commencement de l'année dernière, nous avons expérimenté sur des Cobayes l'action des extraits toxiques que nous avions retirés des glandes

génitales de divers animaux [1]. Depuis cette époque, nous avons conservé et fait reproduire un certain nombre de Cobayes qui avaient reçu des injections sous-cutanées d'extraits ovariens de Grenouilles, de la façon que nous avons fait connaître dans nos précédentes publications.

1° *Étude des procréateurs mâles.* — Ce sont d'abord neuf mâles, dont quatre sont morts 8 et 10 mois après la dernière injection, présentant comme phénomènes morbides un fort amaigrissement et une chute plus ou moins généralisée des poils; ces mâles avaient leurs épididymes gorgés de sperme. Deux autres mâles ont présenté les mêmes symptômes maladifs, mais ont survécu; les trois derniers n'ont jamais été malades.

2° *Étude des femelles et de leur descendance.* — L'étude des femelles est beaucoup plus intéressante que celle des mâles. Nous avons d'abord un groupe de six jeunes femelles qui étaient âgées de 1 à 2 mois quand elles ont reçu, en janvier-février 1903, de 4^{cm^3} à 15^{cm^3} d'extrait salé ovarien.

De ces six femelles, quatre sont mortes en présentant des phénomènes d'amaigrissement : une, 2 mois après la dernière injection; une deuxième, 8 mois après (celle-ci avait perdu tous ses poils), les deux autres 10 mois après. Deux autres ont survécu, mais une de celles-ci a présenté un commencement d'alopécie.

La descendance de ces six femelles a donné lieu aux observations suivantes : deux n'ont jamais procréé malgré la présence de mâles sains (l'une est morte, l'autre vit toujours); deux n'ont eu, en l'espace de 10 mois, qu'une seule portée de deux petits et sont mortes ensuite; une cinquième, qui est morte le huitième mois, a eu cinq petits en deux portées (un de ces petits meurt au bout de quelques jours); enfin la dernière femelle, qui vit toujours, a eu huit petits en trois portées (un de ces petits est mort au bout de quelques jours).

Un second groupe de femelles comprend deux individus seulement qui étaient âgés de 3 ans au moment de l'expérimentation. L'une de ces femelles, de race angora, qui avait reçu en plusieurs séances 10^{cm^3} d'extrait salé, meurt 9 mois après la dernière injection en présentant une chute de poils à peu près complète de tout le corps. Mais auparavant cette femelle donne deux portées : l'une, 75 jours après la dernière injection, produit deux femelles que nous allons retrouver tout à l'heure; la femelle reste stérile pendant 4 mois, bien que vivant toujours avec un mâle, puis, le sixième mois, elle avorte de six petits non à terme (quatre fœtus femelles et deux mâles); elle meurt 3 mois après sans avoir procréé à nouveau.

La seconde femelle âgée, qui avait reçu 34^{cm^3} d'extrait acide, vit encore. Elle reste stérile pendant 8 mois pour donner alors une première portée de trois mâles; 4 mois après elle donne une seconde portée de trois petits (deux mâles et une femelle).

Nous avons conservé seulement les deux seuls enfants viables de la femelle angora qui étaient deux petites femelles, comme nous l'avons vu. Or ces deux enfants, élevés

---

(1) *Comptes rendus de la Soc. de Biologie,* 1903 et 1904, et *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.,* t. XLI, 1905, p. 64-80.

dans des conditions normales, n'ayant jamais été expérimentés, présentent quelques-uns des caractères anormaux que nous avions observés chez leur mère.

C'est d'abord une alopécie qui commence 7 mois après leur naissance, au mois de décembre [1], mais qui s'arrête bientôt. Ensuite, mises avec leur père, ces deux femelles donnent, l'une et l'autre, une première portée, 3 mois après leur naissance : l'une met bas deux petits, la seconde un seul.

Trois mois après, la première avorte de cinq petits; puis elle reçoit le mâle et vient de donner, le 10 février dernier, quatre petits dont un non viable.

Au contraire, la seconde femelle reste stérile pendant 7 mois, bien que vivant dans la même cage que sa sœur; comme cette dernière cependant, elle vient de nous donner, également le 10 février, quatre petits, dont un meurt aussi quelques jours après sa naissance.

En résumé, voilà un ensemble de faits qui mettent de plus en plus en évidence l'action nocive des extraits que nous avons retirés des ovaires de Grenouille.

Des Cobayes ayant reçu, sous la peau, des doses non immédiatement mortelles de ces extraits ont subi d'abord une chute de poids prononcée, comme nous l'avons montré dans nos précédentes publications; puis la courbe de poids est redevenue normale et, pendant un certain temps, ces individus n'ont présenté aucun caractère maladif. Mais, au bout de 8 à 10 mois, nous les avons vus maigrir, quelques-uns perdre leurs poils et la plupart mourir. D'un autre côté, toutes les femelles ont montré une tendance marquée à la stérilité. Les petits, à chaque portée, étaient en moins grand nombre que d'habitude et ces petits étaient plus petits qu'à l'ordinaire; ainsi, chez les vieilles femelles, il y avait seulement 2 à 3 petits au lieu de 6 à 7. De plus, les gestations étaient beaucoup moins fréquentes; ainsi ces vieilles femelles qui, dans des conditions normales, auraient eu dix portées, n'en ont eu ici que quatre.

Les poisons ovariens de Grenouille semblent donc agir en produisant l'atrophie d'un certain nombre d'ovules. C'est ce que Matchinsky [2] avait également obtenu en injectant des toxines ou des poisons inorganiques à différents Mammifères; c'est ce que nous observons encore actuellement dans des expériences en cours d'exécution, en injectant de l'huile phosphorée à des Mammifères.

Au sujet de la descendance de nos Cobayes, il est à noter une mortalité

(1) Le local où étaient élevés ces animaux est toujours chauffé pendant les grands froids de l'hiver.

(2) *Ann. de l'Inst. Pasteu* , 1900, p. 113-131.

plus grande des fœtus ou des jeunes, mais surtout la présence de tares héréditaires : tendance à l'alopécie et à la stérilité.

Enfin il faut remarquer que, dans le local où ont été élevés nos animaux, l'on n'a jamais observé aucun des phénomènes que nous avons décrits ici. De plus, nous avons élevé en même temps un grand nombre de témoins qui n'ont présenté aucun phénomène semblable. Cependant, il est possible aussi que l'alopécie constatée ici soit due à une maladie parasitaire de la peau n'ayant que des rapports indirects avec nos poisons ovariens.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'antidote de la nicotine.* Note de M. C. Zalackas, présentée par M. Yves Delage.

On a considéré longtemps que l'antidote de la nicotine était la strychnine, mais il résulte de mes expériences faites sur les cobayes et particulièrement sur les lapins que l'antagonisme entre la strychnine et la nicotine est nul. Avec l'ésérine l'antagonisme est plus marqué; une dose non toxique de nicotine neutralise une dose toxique d'ésérine à condition que la nicotine soit administrée avant l'alcaloïde de *Physostigma venenosum;* on obtient le même résultat lorsqu'on injecte chez le lapin la nicotine après l'ésérine. Par contre, une dose toxique de nicotine ne neutralise nullement une dose toxique d'ésérine; cependant, si cette neutralisation n'a pas lieu effectivement, elle est apparente, car la nicotine masque complètement les effets de l'ésérine; par conséquent nous nous trouvons en présence de ce fait curieux, qu'a si bien démontré Martin Damourette, à savoir : la nicotine possède deux propriétés, une excitante et une paralysante, l'une inverse de l'autre; or il arrive parfois que les effets paralysants qui forment, probablement, une minorité parmi les effets totaux de l'ésérine, s'ajoutent aux effets paralysants qui sont les principaux de la nicotine et ainsi les deux antagonistes, souvent, deviennent deux ardents auxiliaires.

Mais il est un autre antidote de la nicotine qui rend de grands services dans les cas des psychoses nicotiniques; j'ai nommé le *Nasturtium officinale* appartenant à la famille des Crucifères; ce dernier est très riche en azote et surtout en iode et fer; il est encore plus riche lorsqu'il croît près des sources iodurées ou ferrugineuses. Il est démontré que la nicotine produit l'anoxémie (je sais qu'elle est indirecte, néanmoins elle est occasionnée par cet alcaloïde), par conséquent il faut quelque chose pour vivifier les globules. Or, de mes expériences personnelles, il résulte ce qui suit :

J'ai pris 1000^g de *Nasturtium officinale* que j'ai pilés dans un mortier; ensuite j'ai filtré le suc à froid. J'ai injecté une dose toxique de nicotine ($0^g,025$) dans la jugulaire d'un lapin; l'animal, après 1 minute, a eu une contracture tétanique de l'intestin, puis des mouvements péristaltiques, la respiration devenait accélérée, ce qui indiquait une excitation bulbaire; mais la section préalable du pneumogastrique (faite chez un autre animal) l'empêche d'avoir lieu; les cordes vocales et la glotte étaient resserrées, offrant ainsi un obstacle au passage de l'air, ainsi l'asphyxie devenait imminente par raideur des muscles respiratoires; le système artériel s'était rétréci de manière à se vider complètement; quand à la température, elle a varié; pendant la première période (excitation) elle s'est élevée, fort probablement sous l'influence du tétanisme; pendant la seconde (collapsus) elle a diminué; lorsque j'ai vu que l'asphyxie était imminente, je me suis décidé à tenter l'expérience suivante : J'ai injecté dans la jugulaire, après avoir chauffé au bain-marie le suc ainsi préparé du *Nasturtium officinale* et ajouté $0^g,30$ de caféine, le contenu d'une seringue de Pravaz; après 10 minutes, une forte diurèse s'était produite et l'urine excrétée sentait fortement le tabac; après 1 heure, j'ai de nouveau injecté, mais cette fois-ci la moitié du contenu d'une seringue de Pravaz; l'urine excrétée était abondante et l'odeur nauséabonde du tabac était moins forte qu'à l'excrétion précédente; les convulsions diminuaient peu à peu d'intensité et de fréquence, la respiration redevenait normale, les battements cardiaques reprenaient leurs mouvements rythmiques et la sensibilité, qui, sans avoir totalement disparu, avait diminué, reparaissait; seulement j'ai constaté une forte salivation après le rétablissement de l'animal; les mêmes expériences tentées sur les chiens ont donné des résultats analogues; par conséquent nous pouvons affirmer que le *Nasturtium officinale* est l'antidote par excellence de la nicotine, à condition qu'il soit injecté à temps.

MÉDECINE. — *De l'abaissement de la pression artérielle au-dessous de la normale par la d'Arsonvalisation.* Note de MM. **A. Moutier** et **A. Challamel**, présentée par M. A. d'Arsonval.

Contrairement à nos premières conclusions, nous avons amené la pression artérielle de quelques-uns de nos malades au-dessous de la normale; nous avons observé, après des séances d'autoconduction, des pressions de 14, 13, 12 et même 11^{cm} de mercure. En général il s'agissait de malades ayant été antérieurement atteints d'hypertension artérielle, chez lesquels nous avons ramené par ce moyen la pression artérielle à la normale et chez qui nous avions cru devoir continuer le traitement pour des raisons diverses que nous exposerons ultérieurement.

Comme il n'y avait pas d'intérêt et qu'il pouvait même y avoir des inconvénients pour ces malades à avoir une pression artérielle au-dessous de la normale, nous relevions immédiatement celle-ci par l'application de courants de haute fréquence et de haute tension le long de la colonne verté-

brale; aussi n'avons-nous jamais observé de pression inférieure à 11^{cm} de mercure.

Le plus souvent la pression artérielle reste très longtemps à 15^{cm} de mercure et ce n'est qu'après des séances répétées que l'on observe une pression inférieure à ce chiffre, mais dans certains cas on arrive à ce résultat au bout de très peu de temps.

Ces nouveaux faits viennent non seulement confirmer les premières expériences de M. le professeur d'Arsonval, qui a constaté l'action hypotensive de ces courants sur des animaux ayant une pression normale, mais ils constituent une indication précieuse au point de vue thérapeutique.

Il n'est pas désirable, en effet, d'amener la pression artérielle au-dessous de la normale, on devra donc mesurer avec grand soin la pression artérielle des malades que l'on soumettra à la d'Arsonvalisation et cela pendant les diverses phases du traitement, afin de ne pas dépasser le but cherché.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Modification du spectre de la méthémoglobine sous l'action du fluorure de sodium.* Note de MM. **J. Ville** et **E. Derrien**, présentée par M. Armand Gautier.

En étudiant l'action du fluorure de sodium sur la matière colorante du sang, nous avons observé que ce principe salin imprime au spectre de la méthémoglobine une modification très nette qui nous paraît intéressante.

Lorsque, à une solution de méthémoglobine ou de sang méthémoglobinisé, on ajoute une solution récente de fluorure de sodium pur, on constate que la bande dans le rouge, la plus foncée et la plus nette du spectre de la méthémoglobine acide, disparaît pour faire place à une nouvelle bande plus foncée, située bien à droite de la précédente. Le centre de cette nouvelle bande se trouve à $\lambda = 612$, alors que l'axe de la bande, dans le rouge, de la méthémoglobine acide est à $\lambda = 633$ (1).

Ces faits ont été observés avec du sang méthémoglobinisé par les différents agents connus (ferricyanure de potassium, nitrite de sodium, palladium hydrogéné, etc.), avec des solutions d'oxyhémoglobine en partie méthémoglobinisée spontanément et avec des solutions de méthémoglobine cristallisée.

---

(1) Comme les autres bandes de la méthémoglobine disparaissent également, cette bande très nette, dont le centre est à $\lambda = 612$, caractérise spectroscopiquement la modification qu'éprouve la méthémoglobine en présence du fluorure de sodium. L'intensité de cette bande pourra permettre en outre de rendre plus manifeste la présence de faibles quantités de méthémoglobine dans un liquide.

Cette modification du spectre de la méthémoglobine par le fluorure de sodium pourrait, il nous semble, donner la raison de certains faits indiqués récemment par MM. Piettre et Vila (¹). En dehors des deux bandes connues, ces auteurs signalent dans le spectre de l'oxyhémoglobine l'existence, dans le rouge, d'une nouvelle bande *dont l'axe coïncide avec la radiation de longueur d'onde* 634.

Or cette nouvelle bande, ainsi signalée dans le spectre de l'oxyhémoglobine, occupe la même place que la bande, dans le rouge, de la méthémoglobine (centre à $\lambda = 633$). Elle semble même n'être autre que cette dernière, car l'addition de fluorure de sodium, comme l'indiquent ces auteurs, entraîne le déplacement, à droite, de cette bande, dont le centre est alors à $\lambda = 612$; or c'est là précisément la position de la bande que nous avons observée en traitant la méthémoglobine par le fluorure de sodium.

Il semble donc que la nouvelle bande, signalée par MM. Piettre et Vila dans le spectre de l'oxyhémoglobine, soit due à une méthémoglobinisation partielle de la matière colorante du sang. Cette manière de voir nous paraît être confirmée par la différence que ces auteurs indiquent, au point de vue spectral, entre le sang laqué et le sang qui a conservé son intégrité globulaire grâce à des solutions isotoniques, ce dernier ne présentant pas, dans son spectre, la nouvelle bande en question; cette différence, en effet, peut s'expliquer par la résistance à la méthémoglobinisation qu'offre l'oxyhémoglobine fixée dans le globule rouge (²).

Nous nous proposons de continuer ces recherches et de voir en particulier si la modification spectrale que nous signalons n'est pas due à la formation d'une combinaison fluorée de la méthémoglobine.

GÉOLOGIE. — *Sur les dépôts de l'Éocène moyen du Sénégal.* Note de M. J. Chautard, présentée par M. de Lapparent.

Les formations éocènes ont été signalées depuis quelques années déjà dans plusieurs localités du Sénégal, malheureusement les fossiles recueillis jusqu'ici étaient peu nombreux, et, sauf la petite faune de Balol citée par M. Stanislas Meunier en 1904, on n'avait guère indiqué que des échantillons isolés.

J'ai pu recueillir à la fin de 1903 sur les côtes du Baol et du pays de Sine un certain nombre de fossiles en place, les uns dans une falaise qui borde l'Atlantique au nord du village de Joal, les autres dans un puits creusé à N'Boutit, à 6^{km} à l'est de ce premier gisement.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 6 février 1905, p. 690.
(²) Von Mering, *Zeitsch. f. physiol. Chem.*, Bd. VIII, p. 186.

A ces premiers éléments d'étude sont venus s'en ajouter de nouveaux, mis aimablement à ma disposition par M. H. Douvillé, professeur à l'École des Mines, provenant de puits creusés à Fandène et à Diobène, près de Thiès, dans le Baol.

Les fossiles du premier gisement, situé exactement à la ferme-école de N'Gazobil, sont dans des couches de calcaire marneux que séparent deux intercalations argileuses; les diverses couches plongent d'environ 10° vers le sud. La falaise suivant laquelle sont recoupées ces assises s'étend sur une longueur de 1500^m et atteint 8^m dans sa plus grande hauteur.

La faune fossile comprend de nombreux Lamellibranches dont le têt, calcaire ou siliceux, est assez fréquemment conservé : *Ostrea archiaciana* d'Orb., *Ostrea multicostata* Desh., *Ostrea cymbula* Lamk., *Ostrea Escheri* M. E., *Vulsella* n. sp., *Corbis* cf. *subelliptica* d'Arch., *Cytherea nitidula* Lamk., *Cardita* n. sp., etc.

Les Gastéropodes sont représentés par des moules internes : *Cassidaria diadema* Desh., *Volutilithes crenulifer* Bayan, *Terebellum distortum* d'Arch., *Calyptrea trochiformis* (var. d.) Lamk., etc.

On rencontre sensiblement la même faune au puits de N'Boutit.

Parmi les fossiles de Fandène j'ai reconnu : *Cardita gracilis* Locard, *Cardita* n. sp., *Lucina Letourneuxi* Locard et *Cypraea sulcosa* Lamk.; parmi ceux de Diobène : *Echinolampas Goujoni* Pomel, de l'Éocène moyen d'Algérie et de Tunisie, *Cytherea humata* Locard et *Cyprina subatpoœnsis* d'Arch.

Ces diverses faunes ont des caractères qui doivent nous faire rattacher à l'Éocène moyen les terrains où elles ont été rencontrées. En outre les remarquables affinités qu'elles présentent avec les faunes éocènes de l'Algérie, de la Tunisie, de l'Égypte et de l'Inde, d'une part, avec celles correspondantes du Cameroun d'autre part, sont particulièrement intéressantes.

La mer éocène couvrant une grande partie de l'Afrique du Nord et communiquant vraisemblablement avec l'Inde par l'Égypte et la Perse, devait dès lors contourner le massif du Fouta Djalon, soit par l'est, soit par l'ouest, pour atteindre le Cameroun.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur des phénomènes de capture de cours d'eau datant du* XVIIe, *du* XVIIIe *et du début du* XIXe *siècle, prouvés par des documents cartographiques*. Note de M. **E. Fournier**, présentée par M. Michel Lévy.

Depuis que les études de MM. Morris Davis, Powel, Lawson, etc., en Amérique, de MM. de la Noé, de Margerie et de Lapparent, en France, ont

attiré l'attention des géologues et des géographes sur les phénomènes de capture des cours d'eau, les exemples les plus concluants et les plus typiques de ce processus d'évolution des réseaux hydrographiques se sont multipliés à l'infini.

Mais si les exemples de phénomènes de capture aujourd'hui connus sont extrêmement nombreux, ils remontent presque tous aux périodes géologiques ou préhistoriques, ou tout au moins à une époque assez éloignée pour qu'il soit impossible d'appuyer leur constatation sur des documents historiques.

Ce qui fait l'intérêt tout spécial des phénomènes de capture que nous allons décrire ici, c'est qu'ils se sont accomplis à la fin du XVIIe siècle, pendant le XVIIIe et au commencement du XIXe siècle et que des documents cartographiques très précis nous permettent de prouver, en dehors de toute considération géologique, la réalité du phénomène.

La région où se sont accomplis ces phénomènes est située sur la feuille d'État-Major de Lons-le-Saunier, au sud-ouest de cette ville, sur le territoire des communes de Frébuans, Courlaoux, Trénal, Savigny, Bonnaud, etc.; elle est constituée par une large plaine d'alluvions, dans laquelle coulent aujourd'hui la Vallière, la Sorne, le ruisseau de Dérobé, le ruisseau du Roi et la Sonnette; ces quatre derniers cours d'eau sont affluents du premier (la Vallière) et *indépendants les uns des autres*.

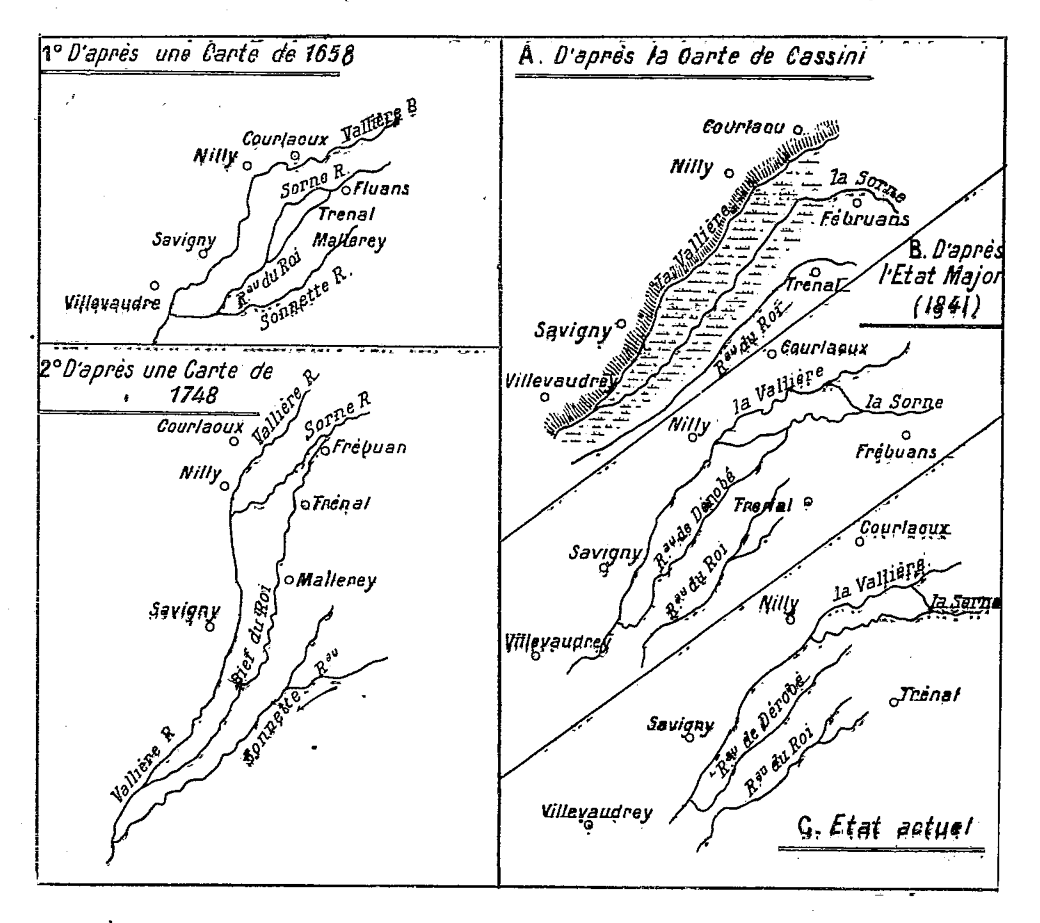
Or, si l'on consulte la carte de la partie méridionale de la Franche-Comté, publiée en 1658 par Sanson d'Abbeville (¹), on constate qu'à cette époque la Sorne formait deux bras dont l'un recevait le nom de ruisseau du Roi et allait se jeter dans la Sonnette, affluent de la Vallière. Notre figure 1 est un calque de la carte de 1658 sur lequel nous avons ajouté, pour l'intelligence des explications qui vont suivre, quelques noms de lieux, noms qui se sont d'ailleurs peu modifiés depuis l'époque, sauf pour Fluans devenu Fébruans et plus tard Frébuans, la Vaille devenue la Vallière.

Si nous nous reportons maintenant à la carte de Querret (carte des Baillages de Franche-Comté, 2e feuille, 1748) nous voyons apparaître, entre Frébuans et Nilly, un nouveau bras de la Sorne allant rejoindre directement la Vallière, tandis que le Bief du Roi continue sa course vers le sud et que la Sonnette s'en est séparée pour rejoindre indépendamment la Vallière (*fig.* 2). Arrivons à la carte de Cassini : un nouveau ruisseau (ruisseau de Dérobé) apparaît entre le ruisseau du Roi et la Sorne qui se sépare définitivement du ruisseau du Roi (*fig.* 3, A) (²).

(¹) SANSON D'ABBEVILLE, géogr. ord. de S. M., *Sequani Archidiac. de Salins du Diœcese de Besançon,* partie méridionale de la Franche-Comté, où est le Baillage d'aval. Mariette, Paris, 1658.

(²) La carte du département du Jura divisé en six districts (1790) donne le même tracé que Cassini.

Enfin sur l'État-Major (1841) apparition d'un *nouveau bras de la Sorne* se détachant près de Frébuans et allant rejoindre directement la Vallière en face de Courlaoux (*fig.* 3, B). Nous avons pu recueillir, sur la date de formation de ce nouveau bras, des renseignements très précis ; un plan détaillé de 1744 n'indique sur son emplacement qu'un ruisseau de peu d'importance se jetant à la Vallière et n'atteignant pas encore la



Sorne ; enfin une délibération du Conseil municipal de Frébuans, en date du 8 mars 1811, constate que la Sorne s'est « jetée sur un chemin qui est à réparer sur la longueur de quatre-vingt-dix mètres, qui est *irréparable* à cause du *dégrandement* des eaux » (*sic*) et donne ensuite le nom des propriétaires sur le territoire desquels le phénomène s'est produit : en se reportant à la matrice cadastrale, nous avons pu constater qu'il s'agit précisément de la portion comprise entre la Sorne et la source du petit ruisseau figuré sur le plan de 1744.

Nous avons constaté en outre que *toutes les parcelles cadastrales traversent ce bras dérivé, comme s'il n'existait pas,* tandis que partout ailleurs le cours d'eau primitif

sert de limite aux parcelles et même aux deux communes de Frébuans et de Courlaoux, sur 2^{km} environ de longueur : ce bras dérivé de la Sorne est donc *postérieur à la division parcellaire*. Les traditions locales confirment encore ces faits et les anciens du pays se rappellent avoir passé *à pied sec sur un chemin* traversant ce bras de la Sorne en un point où l'on a été obligé de nos jours d'établir un pont.

Enfin, plus récemment encore, et postérieurement à 1841, le ruisseau de Dérobé s'est définitivement séparé de la Sorne (*fig.* 3, C) et est en voie d'assèchement.

Nous avons pu retrouver, sur le terrain, les traces des anciens lits aujourd'hui asséchés, et corroborer, par des considérations géologiques, les faits que nous venons d'exposer brièvement.

HYDROLOGIE. — *Résultats d'une année d'étude de la conductibilité électrique de l'eau du Rhône à Lyon.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Une étude poursuivie depuis 1902 sur plus de 250 échantillons d'eaux minérales provenant de 104 stations différentes (1) nous avait fait admettre les conclusions suivantes :

« Le point de congélation et la conductibilité électrique d'une eau minérale caractérisent suffisamment ce liquide pour le faire toujours reconnaître. Ces deux déterminations simultanées permettent de suivre dans le temps les variations que cette eau peut présenter à la source même ou subir du fait de l'embouteillage ou d'une altération quelconque (perte de gaz dissous et précipitation de corps en dissolution, action microbienne, etc.). »

Nous nous sommes proposé d'appliquer ces méthodes à l'étude physique de l'eau potable utilisée à la dose de 87000^{m^3} environ par jour par les habitants de Lyon.

L'eau potable de Lyon provient du Rhône. Elle lui est empruntée en amont de la

(1) Chanoz et Doyon, *Point de congélation, conductibilité électrique et action hémolytique de quelques eaux minérales* (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale,* mai 1903). — P. Viallier-Raynard, *Contribution à l'étude de quelques propriétés physiques des eaux minérales* (*Thèse de Médecine de Lyon,* 1904).

ville et, par suite, avant que le fleuve se soit enrichi des eaux de son important affluent : la Saône. Cette eau est naturellement filtrée horizontalement au travers de graviers, dans des puits et galeries, puis refoulée au moyen de machines à vapeur puissantes (2000 chevaux) dans des réservoirs de charge et un système de canalisation atteignant un développement d'environ 400^{km}.

Nos déterminations ont été faites de janvier 1904 à janvier 1905. Les prises d'essai ont été pratiquées presque chaque jour, à la même heure, à un robinet de fort débit ouvert depuis un quart d'heure environ. Des mesures faites sur des échantillons récoltés au même instant à des robinets distants de plus de 500^{m}, ou provenant du même robinet, mais à des heures différentes de la journée, ne nous ont donné, dans les essais entrepris à des époques diverses, que des différences assez faibles pour légitimer nos conclusions.

A. Le point de congélation, déterminé au $\frac{1}{100}$ de degré, a été trouvé égal à $-0^{\circ},01$. Il n'a pas varié de façon appréciable pendant l'année.

B. La conductibilité électrique a été déterminée au moyen d'un pont de Kohlrausch à téléphone, dans le voisinage de 18° C. et en adoptant le coefficient de température 0,025 par degré centigrade.

Nous avons représenté par un graphique : *a*, l'étiage des eaux du Rhône vers le pont Morand; *b*, la conductibilité électrique de ces eaux ramenée à 17°,2.

De l'examen de ces courbes découlent les faits suivants :

Si l'on ne tient pas compte de l'anomalie certaine, mais insuffisamment expliquée, qui a donné une conductibilité relativement faible le 11 juillet ($2,12 \times 10^{-4}$ mhos), on constate que la conductibilité électrique de l'eau potable de Lyon a passé par un minimum en août et septembre ($2,60 \times 10^{-4}$ environ). Elle s'est élevée, à partir du mois d'octobre, pour atteindre son maximum en mars ($3,20 \times 10^{-4}$ mhos).

La conductibilité est minimum pendant la saison d'été où le Rhône est alimenté surtout par la fonte abondante des glaciers.

Au moment des crues du fleuve, crues faibles cette année et déterminées principalement par la rivière d'Ain, la conductibilité électrique de l'eau s'est ordinairement abaissée brusquement.

En résumé l'eau potable qui, dérivée du Rhône, alimente Lyon après filtration naturelle, a une minéralisation, indiquée par le point cryoscopique et la conductibilité électrique, relativement constante. Les valeurs limites de la conductibilité correspondent aux conductibilités des solutions de NaCl voisines : $1^{g},53$ et $1^{g},85$ par litre.

Addendum. — Nous avons recherché ce qu'était, en amont et en aval de Lyon, la conductibilité de l'eau du Rhône. Voici les chiffres trouvés :

A la fin de janvier 1905 la conductibilité étant à Lyon de $2,92 \times 10^{-4}$ environ, on a trouvé les valeurs $2,82 \times 10^{-4}$ et $2,83 \times 10^{-4}$ pour des échantillons puisés au milieu du Rhône à 1 jour d'intervalle, à 60^{km} *en amont* de Lyon (bac de Montalien à Serrières-de-Briord).

En avril 1904 nous avons noté les chiffres suivants pour des échantillons puisés dans le fleuve le même jour :

A l'entrée de Lyon (Pont Saint-Clair)............	$3,76 \times 10^{-4}$ mhos
A la sortie de Lyon (La Mulatière)...............	$2,84 \times 10^{-4}$
A Avignon..	$3,10 \times 10^{-4}$

M. G. Marié demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu en séance, le 1er avril 1901, sous le numéro d'ordre 6331.

Ce pli, ouvert par M. le *Président*, contient un Mémoire intitulé : *Les oscillations des ressorts et la stabilité des véhicules de chemins de fer.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. J. Grunberg adresse une Note : *Sur la stabilité des dirigeables.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Emm. Pozzi-Escot adresse une Note intitulée : *Action de l'iodure d'éthylmagnésium sur les thio-urées, synthèse du diamidoéthylcarbinol.*

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 février 1905.

Malgaigne (1806-1865), étude sur sa vie et ses idées d'après ses écrits, des papiers de famille et des souvenirs particuliers, par E. Pilastre. Paris, Félix Alcan, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lannelongue. Hommage de l'auteur.)

The Amana meteorites of february 12, 1875, by Gustavus Detlef Hinrichs, with

16 plates. Saint-Louis (États-Unis), 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Berthelot. Hommage de l'auteur.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun, 17e *Bulletin*. Autun, Dejussieu, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Sur les gisements de minerai de fer de Sydvaranger et sur des problèmes connexes de Géologie, par G. Henriksen. Paris, 1904; 1 fasc. in-12.

Commission française des Glaciers. *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne, Vanoise et Tarentaise*, 21 *août*-24 *septembre* 1903, par M. Paul Gérardin. — *Observations sur les glaciers du massif de la Vanoise pendant l'été de* 1903, par le guide Joseph-Antoine Favre. Paris, Ph. Renouard, 1904; 1 fasc. in-8°.

Commission française des Glaciers. *Observations sur l'enneigement et sur les chutes d'avalanches, exécutées par l'Administration des Eaux et Forêts dans les départements de la Savoie*. Paris, au siège du Club alpin français, 1904; 1 fasc. in-4°.

Histoire d'une résurgence vauclusienne : La source d'Arcier et l'alimentation de la ville de Besançon en eau potable, par E. Fournier. (*Spelunca : Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie*; t. V, n° 38, septembre 1904.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Matériaux d'étude topologique pour l'Algérie et la Tunisie, 5e série. (*Cahiers du Service géographique de l'Armée*, n° 21.) Paris, 1904; 1 fasc. in-8°.

Statistique des villes de France pendant l'année 1903 *et tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1903, 18e année; Ministère de l'Intérieur; Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 1904; 1 vol. in-8°.

Revue économique internationale, publiée sous le patronage de M. Émile Levasseur, Membre de l'Institut; 2e année, vol. I, n° 2, 15-20 février 1905. Paris, Félix Alcan; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société linnéenne du Nord de la France; t. XI, 1903-1904. Amiens, Piteux frères, 1904; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France, pub. sous la direction de M. Ernest Olivier; 17e année, 1904. Moulins, Étienne Auclaire, 1904; 1 vol. in-8°.

The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the year 1908, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich*, pub. by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. Edimbourg, s. d.; 1 vol. in-8°.

Carnegie Institution of Washington. Year Book, n° 3, 1904; published by the Institution. Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

Division sexcentesimal de la circunferencia, por Horacio Bentabol y Ureta. Madrid, 1904; 1 fasc. in-8°.

Observatorio astronomico de Madrid. *Memoria sobre el eclipse total de Sol del dia* 30 *de agosto de* 1905. Madrid, 1904; 1 fasc. in-4°.

Untersuchungen über die astronomische Refraction, von L. Courvoisier. (*Veröffentlichungen der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg*, herausg. v. Dr W. Valentiner; Bd. III.) Carlsruhe, 1904; 1 fasc. in-8°.

Ueber Theodolithgoniometer, von C. Klein. (Extr. de *Sitzungsberichte der k. preussischen Akademie der Wissenschaften*, 19 janvier 1905.) Berlin; 1 fasc. in-8°.

Report to the Government of Ceylon on the pearl oyster fisheries of the gulf of Manaar, by W.-A. Herdman; *with supplementary Reports upon the marine Biology of Ceylon*, by other naturalists; part II, published by the Royal Society. Londres, 1904; 1 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mars 1905.

Science et Éducation, Discours et Notices académiques, par M. Berthelot, Membre de l'Institut. Paris, Société française d'Imprimerie et de Librairie, 1901; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Nouvelles Tables d'intérêts composés et d'annuités, et Précis de la théorie et de la pratique des opérations financières à long terme, particulièrement des emprunts, par F. Vintéjoux. Paris, A. Hermann, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, ein Hülfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien, von H. Rosenbusch; Bd. I : *Die petrographisch wichtigen Mineralien*, vierte neu bearbeitete Auflage von H. Rosenbusch und E.-A. Wülfing; erste Hälfte : *Allgemeiner Teil*, von E.-A. Wülfing, mit 286 Figuren im Text und 17 Tafeln. Stuttgard, E. Naegel, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. H. Rosenbusch, Correspondant de l'Institut.)

Exposé de la méthode hydrothérapique : histoire, théories, technique, applications cliniques, par le Dr Beni-Barde. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Brouardel, pour le Concours du prix Bellion.)

Diagnostic différentiel des lésions de l'oreille moyenne et de l'oreille interne, par le Dr M. Marage. Paris, chez l'auteur, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cent mille kilos de pommes de terre à l'hectare, nouveau système de culture à grand rendement, par E.-S. Bellenoux. Paris, Charles Amat, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nouvelle théorie des machines électriques à influence, par V. Schaffers. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick, 1904; 1 fasc. in-8°.

Fermentos oxidantes, oxidiases artificiales, del Dr Daniel Munoz Lumbier. Chihuahua, 1905; 1 fasc. in-8°.

Étude des fèces normales, par le Dr Ricardo Lynch. Buenos-Ayres, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Examen microscopique des fèces, son importance et son application dans la pratique professionnelle, par le Dr Ricardo Lynch. Leipzig, Georg Thiem, 1904; 1 fasc. in-8°.

Médecine populaire russe, par le Dr Gabriel Popoff. (En langue russe.) Saint-Pétersbourg, 1903; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

- *Agen* .... Ferran frères.
- *Alger* .... Chaix. Jourdan, Ruff.
- *Amiens* .... Courtin-Hecquet.
- *Angers* .... Germain et Grassin. Gastineau.
- *Bayonne* .... Jérôme.
- *Besançon* .... Régnier.
- *Bordeaux* .... Feret. Laurens. Muller (G.)
- *Bourges* .... Renaud.
- *Brest* .... Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
- *Caen* .... Jouan.
- *Chambéry* .... Perrin.
- *Cherbourg* .... Henry. Marguerie.
- *Clermont-Ferr* .... Juliot. Bouy.
- *Dijon* .... Nourry. Ratel. Rey.
- *Douai* .... Lauverjat. Degez.
- *Grenoble* .... Drevet. Gratier et Cie.
- *La Rochelle* .... Foucher.
- *Le Havre* .... Bourdignon. Dombre.
- *Lille* .... Thorez. Quarré.
- *Lorient* .... Baumal. Mme Texier.
- *Lyon* .... Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
- *Marseille* .... Ruat.
- *Montpellier* .... Valat. Coulet et fils.
- *Moulins* .... Martial Place.
- *Nancy* .... Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
- *Nantes* .... Guist'hau. Veloppé.
- *Nice* .... Barma. Appy.
- *Nîmes* .... Thibaud.
- *Orléans* .... Loddé.
- *Poitiers* .... Blanchier. Lévrier.
- *Rennes* .... Plihon et Hervé.
- *Rochefort* .... Girard (Mlles).
- *Rouen* .... Langlois. Lestringant.
- *St-Étienne* .... Chevalier.
- *Toulon* .... Ponteil-Burles. Rumèbe.
- *Toulouse* .... Gimet. Privat.
- *Tours* .... Boisselier. Péricat. Suppligeon.
- *Valenciennes* .... Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

- *Amsterdam* .... Feikema Caarelsen et Cie.
- *Athènes* .... Beck.
- *Barcelone* .... Verdaguer.
- *Berlin* .... Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
- *Berne* .... Schmid Francke.
- *Bologne* .... Zanichelli.
- *Bruxelles* .... Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
- *Bucharest* .... Sotchek et Cie. Alcalay.
- *Budapest* .... Kilian.
- *Cambridge* .... Deighton, Bell et Cie.
- *Christiania* .... Cammermeyer.
- *Constantinople* .... Otto Keil.
- *Copenhague* .... Höst et fils.
- *Florence* .... Seeber.
- *Gand* .... Hoste.
- *Gênes* .... Beuf.
- *Genève* .... Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
- *La Haye* .... Belinfante frères.
- *Lausanne* .... Benda. Payot et Cie.
- *Leipzig* .... Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
- *Liege* .... Desoer. Gnusé.
- *Londres* .... Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
- *Luxembourg* .... V. Bück.
- *Madrid* .... Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
- *Milan* .... Bocca frères. Hœpli.
- *Moscou* .... Tastevin.
- *Naples* .... Marghieri di Gius. Pellerano.
- *New-York* .... Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
- *Odessa* .... Rousseau.
- *Oxford* .... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Reber.
- *Porto* .... Magalhaès et Moniz.
- *Prague* .... Rivnac.
- *Rio-Janeiro* .... Garnier.
- *Rome* .... Bocca frères. Loescher et Cie.
- *Rotterdam* .... Kramers et fils.
- *Stockholm* .... Nordiska Boghandel
- *St-Pétersbourg* .... Zinserling. Wolff.
- *Turin* .... Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
- *Varsovie* .... Gebethner et Wolff.
- *Vérone* .... Drucker.
- *Vienne* .... Frick. Gerold et Cie.
- *Zürich* .... Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 13 mars 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Gaston Darboux. — Des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution. 697

M. Paul Painlevé. — Sur les lois du frottement de glissement.................... 702

CORRESPONDANCE.

Le journal *Le Matin* communique une nouvelle dépêche de M. *Jean Charcot*....... 708

M. le Secrétaire perpétuel signale divers Ouvrages de M. *Ernst Lindelöf* et de M. *L. De Launay*.................. 708

M. R. Liouville. — Sur les pressions développées, à chaque instant, en vase clos par des poudres colloïdales de diverses formes. 708

M. E. Jouguet. — Sur l'onde explosive..... 711

M. Ed. Maillet. — Sur la vidange des systèmes de réservoirs........................ 712

M. A. Breydel. — Sur les dangers de l'électricité atmosphérique pour l'aérostation et les moyens d'y remédier.................. 714

M. Adrien Guebhard. — Sur la cause du silhouettage photographique........... . 715

M. A. Leduc. — Sur les poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote et la précision atteinte dans leur détermination......... 717

MM. E. Jungfleisch et M. Godchot. — Sur l'acide lactique droit..................... 719

MM. F. Couturier et L. Meunier. — Action de l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone............................. 721

M. Lespieau. — Sur l'acide oxéthylcrotonique et l'acide éthylérythrique.. 723

M. L.-J. Simon. — Sur une méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine.... 724

M. A. Astruc. — Glycérophosphates de pipérazine.................... 727

M. G. Friedel. — Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire....... ... 730

MM. A.-Ch. Girard et E. Rousseaux. — Les exigences du tabac en principes fertilisants.................................... 733

M. Louis Brasil. — La genèse des gamètes et l'anisogamie chez les *Monocystis* du Lombric................................. 735

M. H. Coutière. — Sur les Alpheidæ des Laquedives et des Maldives......... 736

M. Gustave Loisel. — Stérilité et alopécie chez des Cobayes soumis antérieurement à l'influence d'extraits ovariens de Grenouille. 738

M. C. Zalackas. — Sur l'antidote de la nicotine.................................. 741

MM. A. Moutier et A. Challamel. — De l'abaissement de la pression artérielle au-dessous de la normale par la d'Arsonvalisation.................................. 742

MM. J. Ville et E. Derrien. — Modification du spectre de la méthémoglobine sous l'action du fluorure de sodium............... 743

M. J. Chautard. — Sur les dépôts de l'Éocène moyen du Sénégal.................. 744

M. E. Fournier. — Note sur des phénomènes de capture de cours d'eau datant du XVIIe, du XVIIIe et du début du XIXe siècle, prouvés par des documents cartographiques.................................. 745

M. M. Chanoz. — Résultats d'une année d'étude de la conductibilité électrique de l'eau du Rhône à Lyon.................. 748

M. G. Marié. — Ouverture d'un pli cacheté contenant un Mémoire intitulé : « Les oscillations des ressorts et la stabilité des véhicules de chemins de fer »............ 750

M. J. Grunberg adresse une Note : « Sur la stabilité des dirigeables »................ 750

M. Emm. Pozzi-Escot adresse une Note intitulée : « Action de l'iodure d'éthylmagnésium sur les thio-urées, synthèse du diamidoéthylcarbinol ».................... 750

Bulletin bibliographique.. 750

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 12 (20 Mars 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MARS 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXXVIII des *Comptes rendus* (janvier-juin 1904) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches thermochimiques sur la strychnine et sur la brucine.* Note de MM. **Berthelot** et **Gaudechon**.

Nous avons soumis à un examen thermochimique la strychnine et la brucine, afin de continuer la série des études entreprises dans le laboratoire du Collège de France sur les alcalis naturels : alcalis de l'opium, des quinquinas, etc. [1], alcalis si intéressants au point de vue purement chimique, comme au point de vue biologique. Nous en avons déterminé les chaleurs de combustion, de formation par les éléments, et de neutralisation par les acides chlorhydrique et sulfurique, les états moléculaires multiples, etc.

Ces expériences sont délicates, à cause de la faible solubilité des sels de strychnine et analogues, qui nécessitent des doses d'eau 20 à 25 fois aussi fortes que les doses susceptibles de dissoudre les poids moléculaires correspondants des bases minérales : elles comportent dès lors des limites d'erreur plus étendues. Il est d'ailleurs nécessaire de tenir compte de la non-identité des alcaloïdes organiques précipités avec les mêmes alcaloïdes cristallisés.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXI, p. 87, et t. XXIX, p. 443.

Nous admettrons dans nos calculs pour les chaleurs de neutralisation du chlorure et du sulfate de potassium, à la température t, les valeurs suivantes :

$HCl(2^l) + KOH(2^l)$.................	$+13,6 - 0,05(t - 20°)$
$\frac{1}{2}SO^4H^2(2^l) + KOH(2^l)$..............	$+15,7 - 0,03(t - 20°)$
H^2O liquide, supposée solidifiée à t^0, dégagerait..	$1,43 + 0,009t$

I. — Strychnine : $C^{21}H^{22}Az^2O^2 = 334$. Monoacide.

Alcali séché dans le vide; cristallisé; anhydre. Composition vérifiée avec soin.

1. Combustions. — Trois combustions dans la bombe calorimétrique, exécutées sur des poids compris entre $0^g,700$ et $0^g,800$, ont fourni pour 1^g de matière :

8043,5; 8024,3; 8039,1; moyenne....................		$8035^{cal},6$
Soit pour le poids moléculaire.....	$2689^{Cal},9$ à volume constant	
» »	$2685^{Cal},9$ à pression constante	
Il en résulte pour la formation par les éléments		$+53^{Cal},6$

2. États moléculaires multiples. — La strychnine récemment précipitée se présente sous un ou plusieurs états moléculaires (ou d'hydratation) spéciaux et différents de la strychnine anhydre; états dont la transformation dans l'état cristallisé anhydre dégage environ 3^{Cal} à $3^{Cal},5$, d'après les expériences de neutralisation qui vont être rapportées. Elle présente à cet égard les particularités déjà remarquées et définies par la Thermochimie [1] sur d'autres alcaloïdes naturels, telles que la morphine, la quinine, etc.

Ainsi la strychnine, séparée de son chlorhydrate dissous par l'ammoniaque, puis lavée à l'eau pure, essorée et séchée à l'air pendant quelques heures entre des papiers, retient environ 25,0 parties d'eau pour 100 parties de son poids. Abandonnée à l'air libre à 11°, elle perd lentement cette eau excédante, et elle la perd de suite à 110°. Ces chiffres répondraient à $6H^2O$ environ; mais on ne saurait garantir cette formule.

3. Chlorhydrate de strychnine : Str HCl.

Chaleur de formation. (1). *Sel dissous.*

1° *Synthèse directe.* — On a dissous $6^g,68$ $\left(\text{soit } \frac{M}{50}\right)$ de strychnine anhydre

---

(1) *Morphine,* d'après Leroy (*Ann. de Chim. et de Phys.,* 7e série, t. XXI, p. 99). — *Quinine,* d'après Berthelot et Gaudechon (*Ibid.,* 7e série, t. XXIX, p. 447). — *Quinidine* (*Ibid.,* p. 467).

cristallisée dans l'acide chlorhydrique étendu (HCl = 20^{l}); dilution nécessaire pour que le sel formé entre en dissolution.

On a obtenu ainsi, dans quatre essais, vers la température de 13° :
Str + HCl étendu = Str HCl dissous : $+7^{Cal},04$; $+6,98$; $+6,91$; $+7,24$, le quatrième chiffre avec une dilution plus grande. Nous adopterons la moyenne $+7^{Cal},03$.

L'addition d'une seconde molécule de HCl n'a produit qu'une variation thermométrique de 0°,002, c'est-à-dire négligeable. Il ne paraît donc exister qu'un seul chlorhydrate, du moins en dissolution étendue.

2° *Réaction inverse.*— (*a*). Str. HCl (dissolution précédente) + KOH, à 13°. $+9^{Cal},36$

Précipitation sensiblement totale; d'après laquelle la séparation de la strychnine précipitée répond à 9,4 — 14,0 = — 4,6.

On opère aussitôt la redissolution dans HCl, ce qui dégage : $+4^{Cal},75$.

Observons que, d'après (*a*), la somme des deux réactions ci-dessus représente la formation de KCl, soit à 13° : 14,1. Or l'expérience directe, c'est-à-dire HCl + KOH, avec des liqueurs plus concentrées, donne 14,0 : ce qui contrôle l'exactitude des expériences.

(*b*) (Str. HCl + HCl) + 2KOH, à 13°.................... +23,42

D'après (*b*), la même séparation répond à 23,4 — 27,9 = — 4,5.

Il résulte de ces trois chiffres que la strychnine, dans l'état où elle a été précipitée, dégage ensuite, en s'associant à un équivalent d'acide chlorhydrique,

4,75; 4,6; 4,5 : moyenne.............................. $4^{Cal},6$

nombre inférieur de $2^{Cal},4$ de celui obtenu avec la strychnine anhydre.

La strychnine précipitée n'est donc pas identique à la strychnine anhydre. On a dit plus haut qu'elle renferme une certaine proportion d'eau, facilement dissociable.

(2). *Chlorhydrate cristallisé :* Str. HCl. 1,5 H^2O.

1° Nous avons vérifié la composition du sel acheté chez Merck. Ce sel séché à 120° est devenu anhydre : Str. HCl, en perdant 7,08 d'eau; calcul : 6,82.

Les expériences suivantes ont été faites les unes avec le sel du commerce, les autres avec un échantillon préparé dans notre laboratoire.

2° *Chaleur de dissolution du sel.* — Dans 75 fois son poids d'eau, vers 8°, pour 1^{mol} de *sel hydraté*.

3 expériences .... $-5^{Cal},80$
Sel anhydre : 2 expériences .... $-1^{Cal},20$

Donc l'union de $1,5\,H^2O$ liquide dégage $+4,6$; eau solide : $+2,35$; c'est-à-dire $+1,57$ pour chaque H^2O.

3° *Chaleur de formation* du sel anhydre :

Str. crist. + HCl gaz = Str. HCl solide .... $+25^{Cal},6$

4° *Décomposition du sel par la potasse.*

(*a*). On a dissous le chlorhydrate hydraté, préparé dans le laboratoire, dans 75 parties d'eau, à 9°,8, puis :

On l'a traité par un équiv. de potasse KOH .... $+9^{Cal},34$

valeur concordante avec 9,36 obtenue plus haut, et correspondant au chiffre 4,6 pour la neutralisation de la strychnine précipitée.

Le même sel, dissous dans l'eau et traité par 2 KOH (excès de potasse) à 10°,5, a fourni $+10^{Cal},25$; valeur correspondant à $+3,8$ pour la strychnine précipitée, au lieu de 7,0 obtenue avec l'alcaloïde anhydre.

La redissolution immédiate du précipité, dans la liqueur même, par

2 HCl .... +17,52 (¹)

c'est-à-dire, en tenant compte de la formation de 1^{mol} KCl :

$$+17,5-14,0=+3,5;$$

valeur voisine de la précédente.

Le précipité, conservé en vase clos pendant 1 an et redissous dans HCl, a fourni un chiffre voisin de $7^{Cal},0$, quoiqu'un peu plus faible; c'est-à-dire que l'alcaloïde s'était rapproché de l'état anhydre et cristallisé.

En le reprécipitant par KOH, et le redissolvant dans HCl, à 9° : $+4^{Cal},55$; ce qui montre qu'il avait repris par là son état normal de corps précipité.

(¹) Contrôle :

$$17,52+10,25=27,8.$$

Or, à 10°,5 :

$$2(KOH)+2HCl=14,0\times 2=28,0.$$

(3). *Chlorhydrate de strychnine et ammoniaque.* — Résultats analogues à ceux que fournit la potasse.

(4). *Équilibre.* — Entre la strychnine et l'ammoniaque, mises à équivalents égaux, en présence d'un équivalent de HCl, il se produit un certain équilibre, en proportion trop faible, à la vérité, pour influer sur les chiffres calorimétriques. On accuse cet équilibre de la façon suivante.

Dans un vase à fond plat, on a mis 1,67 Str cristallisée $\left(\frac{M}{200}\right)$ et 20^{cm^3} d'une solution aqueuse contenant 0,262 AzH^4Cl $\left(\frac{M}{200}\right)$; le tout superposé à un autre vase renfermant une solution normale de SO^4H^2. On opère sous une cloche.

Après 34 heures, vers 12°, la perte de titre de l'acide répondait à $0^g,0035$ de AzH^3;

Ce chiffre a été vérifié par distillation avec la potasse. C'est un déplacement des 5 centièmes de l'ammoniaque du chlorhydrate, non encore terminé dans les conditions de temps et de concentration signalées.

4. SULFATE DE STRYCHNINE :

Sulfate neutre : $Str^2.SO^4H^2$. — Ce sel n'est pas connu à l'état anhydre. Nous avons étudié deux hydrates.

$Str^2.SO^4H^2, 6H^2O$. Analysé.

1 partie de ce sel, dissoute dans 125 parties d'eau, vers 11°, absorbe pour 1^{mol} .... $-6^{Cal},42$ (3 exp.)

$Str^2.SO^4H^2, 2H^2O$ (séché à 110°). Analysé.

1 partie de ce sel, dissoute dans 125 parties eau, vers 11°, absorbe pour 1^{mol} .... $+3^{Cal},12$

D'où résulte

Pour l'union de $4H^2O$ liquide........ $+9^{Cal},54$; $4H^2O$ solide....... $+3,42$;
soit pour H^2O solide.......... $+0,85$

Sulfate acide : $Str.SO^4H^2$.

Sel anhydre. 1 partie + 130 parties eau, à 11°,4. Pour 1^{mol}............ $+1^{Cal},29$

Hydrate : $Str.SO^4H^2, 2H^2O$.

1 partie + 100 parties eau, à 11°..... $-5^{Cal},33$ (3 exp.)

D'où résulte

Pour $2H^2O$ liq... $+6^{Cal},62$ Eau solide... $+3^{Cal},56$ $1^{Cal},8$ pour H^2O solide

On a encore

Str crist. $+ SO^4H^2$ crist. $=$ Str.SO^4H^2 anhydre..... $+23^{Cal},05$

Neutralisation. — On a dissous la strychnine anhydre dans l'acide sulfurique très étendu ($SO^4H^2 = 80^l$) à 9°. Le premier équivalent d'acide ($\frac{1}{2}SO^4H^2$ pour Str) dégage à peu près toute la chaleur. Mais la dissolution totale est lente et pénible.

On a trouvé ainsi

$+7^{Cal},36$. — Deuxième essai (100^l)..... $+7^{Cal},21$

Dans ces liqueurs on a précipité la strychnine par AzH^3 étendu. $+8^{Cal},15$ (2 exp.)

ce qui répondrait à $+6,3$ pour l'alcali précipité.

Puis on a redissous par $\frac{1}{2}SO^4H^2$.............................. $+5^{Cal},9$

Les deux derniers chiffres sont peu différents entre eux, mais fort inférieurs au premier, comme pour le chlorhydrate : ce qui accuse également la différence d'états moléculaires de l'alcaloïde précipité.

5. Acétate de strychnine. — Sel cristallisé : Str. $C^2H^4O^2$, $1\frac{1}{2}H^2O$. Analysé.

La dissolution dans l'eau ne se fait bien qu'en présence de l'acide acétique ; soit 1 partie du sel $+120$ parties d'eau, à 11° : $3^{Cal},9$.

La strychnine anhydre elle-même n'a pu être dissoute entièrement dans l'acide acétique, mais on y réussit avec l'alcaloïde précipité.

La dissolution précédente (renfermant $2C^2H^4O$) a été traitée par $2AzH^3$; elle a dégagé : $+19^{Cal},8$ à 9°.

La redissolution de l'alcaloïde ainsi précipité, dans $2C^2H^4O^2$, s'est faite aisément : $+3,5$.

On déduit du premier chiffre $(11,9 \times 2 = 23,8) - 19,8 = 4,0$, chaleur de neutralisation de Str précipitée par $C^2H^4O^2$.

Les valeurs 4,0 et 3,5 sont suffisamment voisines, en raison de la grande dilution des liqueurs.

II. — Brucine : $C^{23}H^{26}Az^2O^4 = 394$.

1. Analyse. — Nous avons contrôlé la formule de cet alcali, qui a été, dans ces derniers temps, l'objet d'une contestation, d'après des analyses

d'ailleurs fort incomplètes. Les dosages complets et répétés que nous avons exécutés de tous les éléments du corps ont été faits non seulement sur des échantillons d'origine différente, et expressément purifiés par nous, mais sur les portions successives d'une précipitation fractionnée du sulfate par l'ammoniaque; ce qui a montré l'homogénéité de l'alcali mis en expérience. Les détails de ces analyses, trop longs pour être présentés ici, seront exposés dans les *Annales de Chimie*.

2. Combustion. — D'après trois déterminations : $7440^{cal},3$ pour 1^g, à volume constant.

Pour 1^{mol} : à volume constant : $2931^{Cal},5$; à pression constante : $2933^{Cal},5$.
Formation par les éléments : $+132^{Cal},6$.

La différence entre cette quantité de chaleur et la chaleur de formation de la strychnine $+53,6$ est égale à $+79,0$ ou $+39,5 \times 2$. Elle répond à la fixation de $2CH^2O$ (oxyméthyl) sur la strychnine. Or, nous avons trouvé précédemment (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIX, p. 470) que la différence CH^2O entre les formules de la quinine et de la cinchonine répond à $45^{Cal},2$, valeur peu éloignée de $39,5$.

3. Hydrates. — (*a*). La brucine, séchée à 110°, est anhydre.

Cette brucine, délayée dans l'eau, dégage une quantité notable de chaleur, ce dégagement se prolongeant longtemps; de façon qu'il est difficile de définir la chaleur totale d'une réaction accomplie.

(*b*). La brucine fournie par Merck renfermait $2H^2O$; soit 8,71. La formule exige 8,5.

(*c*). La brucine précipitée (à l'état cristallisé) de ses sels par l'ammoniaque, et essorée dans un air humide, renferme $4H^2O$. Trouvé : 15,1; calculé : 15,4.

Abandonnée à l'air, elle perd peu à peu $2H^2O$ et le surplus à 110°, ou par une exposition prolongée sur SO^4H^2 dans le vide froid.

Quoique la brucine soit monoacide, sa dissolution ne se fait bien que dans un excès d'acide chlorhydrique étendu. Nous avons opéré avec $2HCl$ dilué ($HCl = 20^l$). On a obtenu :

		Cal
(*a*)	Brucine anhydre, à 12°,5 (4 essais)	+11,2
(*b*)	Br. $2H^2O$ à 12°,5 (2 essais)	+6,8
(*c*)	Br. $4H^2O$ à 12°,2 (2 essais)	+4,36

D'où résulte :

Br + $2H^2O$ liq	$+4^{Cal},4$	Eau solide	+1,1
Br + $4H^2O$ liq	$+6^{Cal},8$	Eau solide	+0,6

La précipitation par l'ammoniaque fournit des résultats voisins de l'hydrate $4H^2O$, mais peu concordants; parce que l'alcaloïde se sépare d'abord sous une forme huileuse, qui se concrète peu à peu.

4. Alcoolate. — La brucine cristallisée dans l'alcool aqueux fournit un alcoolate cristallisé assez stable, répondant à la formule Br. $C^2H^6O, 2H^2O$.

Sa chaleur de formation a été déterminée en dissolvant à 10° :

D'une part cet alcoolate contenant un certain poids de brucine dans 2HCl étendu........ + 5,42;

D'autre part, le même poids de brucine, dans la même solution chlorhydrique, additionnée préalablement de la dose d'alcool uni au poids de brucine de l'essai précédent........ +10,61.

La différence + 5^{Cal},19 représente la chaleur dégagée par l'addition de $C^2H^6O + 2H^2O$ à 1^{mol} de brucine. En retranchant 4,4 pour $2H^2O$ liquide, il reste 0,8 pour C^2H^6O liquide.

5. Chlorhydrate. — Ce corps a été étudié sous trois états :

(*a*). Sel anhydre : Br.HCl. — On l'obtient en desséchant les corps suivants à 130°.

(*b*). Hydrate cristallisé Br.HCl, $4H^2O$.

Il perd $3H^2O$ à froid, ce qui l'amène à l'état de

(*c*). Br.HCl, H^2O.

Br.HCl, $4H^2O$ dissous dans 80 fois son poids d'eau, renfermant HCl équiv., à 10°,7.. — 6^{Cal},96

D'autre part

BrHCl anhydre dissous dans HCl (20^l), à 10°,7.................... + 4^{Cal},36

L'évaporation de cette liqueur ne fournit pas de bichlorhydrate.

Il résulte de ces chiffres que la combinaison

BrHCl + $4H^2O$ dégage................................ 11^{Cal},32

On a encore

Br solide + HCl gaz = sel anhydre, dégage.......... + 23^{Cal},9

(*d*). Le chlorhydrate de brucine anhydre est susceptible d'absorber de nouvelles proportions de gaz chlorhydrique : près de 4 équivalents nouveaux, soit 4,83 en tout; en formant des composés où ce gaz conserve à 15° une tension de dissociation plus ou moins considérable. Nous avons déterminé la chaleur de formation de ces composés, en les dissolvant dans l'eau

renfermant déjà la dose complémentaire de HCl, destinée à ramener la liqueur à un même état final, vers 15°.

La courbe ainsi tracée, d'après 7 points mesurés, répond aux valeurs suivantes :

Br + HCl gaz	+ 23,5
2e HCl	+ 14,5
3e HCl	+ 10,5
4e HCl	+ 10,4
Total	+ 58,9

6. Sulfates.

Br anhydre + $\frac{1}{2}$ SO^4H^2 (5^l), à 10°,4... + 11^{Cal},5 soit + 23^{Cal} pour $Br^2 + SO^4H^2$

Sulfate cristallisé $Br^2SO^4H^2 + 6,5H^2O$.

Dissolution dans SO^4H^2 étendu .... — 7^{Cal},26

Ce corps n'a pas pu être déshydraté à l'étuve, sans décomposition.

On remarquera que la dissolution de la brucine dans les deux acides chlorhydrique et sulfurique dégage à peu près la même quantité de chaleur, et qu'il en est de même de la strychnine; relation qui s'observe aussi pour certains oxydes métalliques jouant le rôle de bases peu puissantes. Les sels de quinine (HCl et 2HCl, comparés à $\frac{1}{2}SO^4H^2$ et SO^4H^2) (1) et de morphine (2), donnent lieu à des remarques analogues, avec des valeurs peu différentes. La formation des chlorhydrates de ces deux bases par HCl gazeux montre une relation analogue. De même pour les chlorhydrates des bases de l'opium et des quinquinas (3). La chaleur de formation correspondante de tous ces composés est inférieure à celle du chlorhydrate d'ammoniaque, rapportée aux mêmes états des corps réagissants.

PHYSIOLOGIE DE LA VISION. — *Sur les variations d'éclat et les éclipses totales des images primaires formées sur la rétine par de très faibles sources lumineuses de valeur constante*, par M. **A. Chauveau**.

Dans une récente Communication à la *Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève* (16 février 1905), M. Lullin a raconté l'expérience suivante :

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXIX, p. 464.

(2) Même Recueil, 7e série, t. XXI, p. 92.

(3) Même Recueil, t. XXIX, p. 464 : *Quinine*; p. 476 : *Cinchonine*. — Même Recueil, t. XXI, p. 121 : *Codéine, Morphine, Thébaïne*, etc.

Expérience. — Je dispose quatre petits écrans phosphorescents fortement insolés de forme carrée et de 25^{mm} de côté, alignés à la distance de 10^{cm} les uns des autres.

Si l'observateur, se plaçant à 1^{m} environ, fixe attentivement un des écrans, il le voit s'assombrir puis disparaître tout à fait. Portant alors le regard sur l'écran adjacent, il le voit s'éteindre à son tour tandis que le premier se ravive instantanément; le même phénomène se produit pour toute la série.

Si l'on fait l'expérience avec un seul écran, il suffit, après l'avoir fixé et vu s'éteindre, de dévier légèrement la direction du regard pour voir instantanément reparaître l'éclat primitif.

On peut employer des écrans de dimensions et de formes différentes de celles que j'ai indiquées; il faut alors déterminer par tâtonnements la meilleure distance d'observation, ainsi que l'écartement à donner aux écrans; s'ils sont trop rapprochés les uns des autres, la zone d'extinction en assombrit plusieurs à la fois.

Ces phénomènes s'expliquent par des différences de sensibilité des diverses parties de la rétine. On sait que sa partie centrale est comparativement peu sensible aux rayons les plus réfrangibles du spectre; elle sera donc peu sensible à la lumière phosphorescente riche surtout en rayons bleus et violets.

Il faut distinguer, dans cette expérience, les faits et leur explication. Celle-ci est insuffisante ou incomplète. Ceux-là méritent d'attirer l'attention, parce qu'ils constituent une élégante démonstration des phénomènes de la variabilité spontanée de l'intensité des réactions rétiniennes produites par les faibles sources lumineuses que représentent les écrans phosphorescents.

Mais ce n'est pas seulement dans le cas d'emploi de la lumière phosphorescente qu'une surface éclairée peut, quand le regard s'y fixe, s'obscurcir de plus en plus et s'évanouir tout à fait, pour reparaître instantanément, lorsque le regard se détourne un peu de sa direction première. Avec la lumière du jour, on observe ces phénomènes aussi bien qu'avec la lumière phosphorescente. Dans une chambre obscure, à peine éclairée par une très petite quantité de lumière diffuse, un petit carré de papier blanc se prête, tout comme une tache phosphorescente, aux diverses constatations dont il vient d'être parlé.

Ces faits sont connus et signalés depuis longtemps, tout au moins celui de l'évanouissement des objets très faiblement éclairés et regardés fixement avec persistance.

Il y a quelque intérêt à rappeler comment, ignorant de ces faits, j'ai eu l'occasion de faire spontanément connaissance avec eux par le plus grand des hasards.

Expérience. — Il y a de cela 37 ou 38 ans. J'étais à Heidelberg où j'avais été attiré par la présence d'Helmholtz et le désir de profiter, pour mon instruction, fort rudimen-

taire en optique physiologique, des bonnes relations qui s'étaient établies entre nous à Paris, au moment de l'Exposition universelle de 1867. Ayant un soir, dans mon lit, déchiré une lettre en en émiettant les morceaux, je constatai le lendemain matin, en commençant à me réveiller, aux toutes premières lueurs de l'aube, qu'il était resté sur mon édredon un de ces morceaux de papier. Je le fixai machinalement et je le vis disparaître. J'en conclus que je l'avais fait tomber sans m'en apercevoir et je n'y pensai plus. Quelques instants après, étant tout à fait réveillé, j'eus l'étonnement d'apercevoir encore à la même place, se détachant faiblement en blanc sur l'édredon, le débris de papier que je me figurais avoir fait tomber à terre. Et de nouveau, en le regardant fixement avec beaucoup d'attention pour bien m'assurer de sa présence, je le vis s'évanouir complètement. Cette fois mon regard se détourna un peu en quête de la tache blanche disparue et le morceau de papier redevint instantanément visible, pour s'obscurcir encore aussitôt que je refis converger exactement sur lui mon angle visuel.

Intéressé par ces alternatives d'éclairements et d'éclipses, je cherchai à les reproduire systématiquement et j'y réussis à tout coup, tant que la lumière diffuse introduite dans ma chambre par le jour naissant resta au-dessous d'une certaine intensité. Après quoi, je ne parvins plus à obtenir l'éclipse totale en regardant mon papier avec une grande fixité.

Naturellement, je fis part de ces faits à Helmholtz, qui m'indiqua le court passage de son *Optique physiologique*, où il signale la facilité avec laquelle s'évanouissent, dans l'ombre, les objets très faiblement éclairés quand on les regarde avec une grande fixité qui fatigue la rétine. Il n'y est point question de leur réapparition sous l'influence d'un déplacement de l'angle visuel. (Ce phénomène n'est pas, du reste, à ce que je crois, signalé ailleurs : c'est M. Lullin qui l'a sans doute publié le premier.) Mais on comprend très bien comment le changement de direction du regard, en reportant l'image d'un objet éclairé d'un point fatigué de la rétine sur un point neuf, s'il est permis de s'exprimer ainsi, ou en opérant le déplacement inverse, produise les successions d'éclairements et d'éclipses dont l'histoire vient d'être faite.

C'est surtout la raison de la plus grande aptitude, en apparence paradoxale, des faibles excitations lumineuses à fatiguer la rétine que j'aurais voulu connaître. Helmholtz ne réussit pas à me donner cette satisfaction. J'ai eu en l'écoutant et j'ai conservé l'impression qu'il établissait un certain parallélisme entre la loi de la marche de la fatigue rétinienne et la *loi psychophysique* sur les relations qui existent entre l'intensité des impressions rétiniennes et celle des sources lumineuses qui les provoquent. Mais cette comparaison n'entraînait aucune démonstration d'un mécanisme précis.

La conversation que j'eus sur ce sujet avec Helmholtz me fut en tout cas

extrêmement profitable. J'appris de lui, et il me fit voir que la fatigue rétinienne et les manœuvres inconscientes que nous faisons pour nous y soustraire font varier la visibilité des sources lumineuses, même dans la partie moyenne de l'échelle de leurs intensités, où l'exactitude de la loi de Weber et de Fechner passe pour être irréprochable. Il s'ensuit que cette exactitude peut être plus ou moins voilée par ces variations de visibilité. Elles exposent en effet l'observateur à se méprendre sur la valeur des différences existant entre deux sources lumineuses d'intensités voisines. *A fortiori* ce danger est-il à craindre dans les parties basses de l'échelle des intensités lumineuses, où la visibilité varie au point *d'être ou de ne pas être.*

Ces différences extrêmes ne sont, du reste, qu'un cas particulier du fait général de la variabilité à laquelle sont soumis l'éclat et la coloration des surfaces ou des objets blancs qui s'enlèvent sur un fond sombre, noir ou coloré. Les caractères de ces changements dépendent exclusivement des lois du contraste et de la formation des images accidentelles. Il serait certainement possible de présenter l'explication de ces variations d'une manière simplifiée, en les considérant purement et simplement comme le résultat du conflit permanent des images primaire et accidentelle exactement superposées. Je l'essaierai peut-être un jour si je remets la main sur les documents expérimentaux spéciaux que j'avais autrefois recueillis à cette intention.

CHIMIE. — *Sur la valence de l'atome d'hydrogène.* Note de M. DE FORCRAND.

Parmi toutes les notions fondamentales de la Chimie, il en est peu qui aient rendu autant de services que la théorie des *valences;* ce n'est pourtant pas une raison pour penser qu'elle n'est pas perfectible.

L'expérience nous montre que, *si l'atome d'hydrogène est monovalent,* les atomes des corps simples sont habituellement mono, di, tri, ... valents, c'est-à-dire que la valence de chaque élément est déterminée par rapport à celle de l'hydrogène.

Mais l'expérience ne nous a jamais dit que l'atome d'hydrogène était réellement monovalent. Ce n'est que pour simplifier les choses et parce que cette conception simple a suffi pendant longtemps que l'on a admis la monovalence de l'hydrogèue.

On pourrait tout aussi bien supposer l'hydrogène divalent. Les rapports

entre les valences resteraient ce qu'ils sont, mais la valence serait toujours *paire,* tous les nombres étant doublés.

Les choses se passeraient de la même manière que lorsqu'il s'est agi de doubler le poids moléculaire de l'hydrogène et d'écrire : $H^2 = 2$. On n'a pas, pour cela, cessé de rapporter tous les poids moléculaires à celui de l'hydrogène et de dire qu'aucun corps ne possédait un poids moléculaire inférieur à celui-là; mais, au lieu de le représenter par 1, on a admis qu'il était égal à 2.

Il est certain d'autre part, que le maintien de la monovalence de l'atome d'hydrogène présente des inconvénients dont le nombre et l'importance augmentent sans cesse.

Je me bornerai à signaler les suivants :

1° Certains métaux appelés *monovalents* (parce qu'ils ont le même degré de valence que l'hydrogène) donnent des sous-sels haloïdes et des sous-oxydes tels que Ag^2F ou Ag^4O. Or il est impossible d'unir Ag et F, éléments monovalents, suivant des rapports d'atomes différents de l'unité. La formule Ag^4O ne peut pas non plus être développée.

2° Nous connaissons des composés tels que ICl^3 ou SF^6 qui nous obligent à admettre de plus en plus fréquemment que la valence d'un même élément peut varier. Or, personne ne peut nier que la confiance dans une théorie comme celle dont il s'agit diminue d'autant plus que ce caractère de la valence devient plus variable.

3° Nous savons qu'un grand nombre de sels, composés saturés d'après la doctrine actuelle, s'unissent entre eux; surtout lorsqu'il s'agit de sels haloïdes alcalins tels que KCl, il est impossible de comprendre ces combinaisons.

4° Une multitude d'autres composés saturés, tels que l'eau, l'ammoniac, les alcools, les phénols, les acides, les alcalis organiques, se font précisément remarquer par leur aptitude à se combiner entre eux ou avec d'autres composés également saturés. *Combinaisons d'addition moléculaire*, dit-on; mais ces mots n'ont même pas la prétention d'être une explication. On a essayé encore de faire intervenir, lorsqu'il en était besoin, des valences supplémentaires, mais je ne pense pas que personne ait jamais pu se faire d'illusions sur la solidité de pareils artifices. Je crois que tous ces inconvénients et bien d'autres disparaîtront par l'adoption de la divalence de l'atome d'hydrogène, c'est-à-dire en doublant la valeur de toutes les valences.

Ainsi les formules de Ag^2F et Ag^4O s'écriraient :

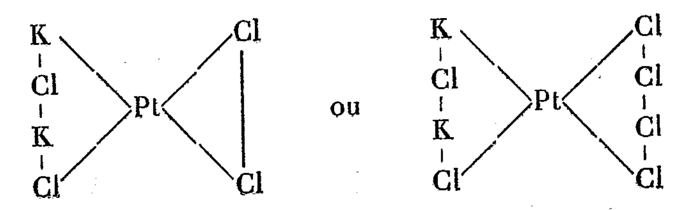
$$\begin{matrix} Ag \diagdown \\ \vert \quad\;\; F \\ Ag \diagup \end{matrix} \qquad \begin{matrix} Ag \diagdown \quad\;\; \diagup Ag \\ \vert \qquad O \qquad \vert \\ Ag \diagup \quad\;\; \diagdown Ag \end{matrix}$$

Le trichlorure d'iode, l'hexafluorure de soufre deviendraient :

$$\begin{matrix} & Cl \\ \diagup & \vert \\ I & Cl \\ \diagdown & \vert \\ & Cl \end{matrix} \qquad \begin{matrix} & \diagup F \diagdown & \\ & -F \diagup & F \\ S & & \\ & -F \diagdown & F \\ & \diagdown F \diagup & \end{matrix}$$

et, d'une manière générale, il ne serait plus nécessaire de faire varier la valence de la plupart des éléments suivant les besoins.

Les chlorures alcalins devenant : $K = Cl$, par exemple, la double liaison se simplifierait : $- K - Cl -$ en donnant un groupement divalent qui pourait entrer en combinaison. Ainsi les chloroplatinites et chloroplatinates s'écriraient :



en respectant la tétravalence constante du platine.

Quant aux composés comme l'eau, l'ammoniac, leurs formules seraient :

$$\begin{matrix} Az \!\!\! & \begin{matrix} /\!\!/ H \\ \backslash\!\!\backslash H \end{matrix} \\ \Vert & \\ H & \end{matrix} \qquad \begin{matrix} O = H \\ \Vert \\ H \end{matrix}$$

le chlorhydrate d'ammoniaque deviendrait, sans changer l'hexavalence de l'azote :

$$\begin{matrix} & Az \begin{matrix} /\!\!/ H \\ \backslash\!\!\backslash H \end{matrix} & \\ H & \diagup \quad \diagdown & H \\ & \diagdown \quad \diagup & \\ & Cl & \end{matrix}$$

les hydrates se formeraient de la même manière :

$$\begin{array}{c} O = H \\ \diagup\!\!\diagdown \quad \\ \diagup \quad H\diagdown \end{array}$$

deux valences devenant libres et permettant la soudure d'un nombre quelconqne de molécules d'eau, et la soudure de ces groupements toujours divalents avec d'autres molécules.

Enfin, dans le cas particulier de l'eau solide, on pourrait aller plus loin. L'expérience nous apprend, en effet, que les molécules de l'eau liquide froide sont : $(H^2O)^2$ ou $(H^2O)^{2,5}$, et les analogies autorisent à supposer que la condensation augmente encore un peu et très peu au moment de la solidification. On respecterait donc les faits connus et la vraisemblance en proposant pour la formule de l'eau solide le schéma :

$$\begin{array}{ccccc} & & H & & \\ & & \| & & \\ & & O & & \\ & H & & H & \\ & O & & O & \\ /\!\!/ & & H & & \backslash\!\!\backslash \\ H & & & & H \end{array}$$

qu'il est impossible de ne pas rapprocher de la forme habituelle des cristaux de neige. Cette conception, bien que tout à fait hypothétique, ne serait que l'extensiou de certaines idées émises, il y a 15 ans, par Friedel au sujet des hexachlorures de benzène (¹).

Bien entendu, et il est facile de s'en rendre compte, toutes les explications que nous fournit la théorie actuelle (y compris la Stéréochimie) subsisteraient avec cette modification.

On y gagnerait seulement, au prix d'une complication d'écriture plus apparente que réelle, de faire disparaître des difficultés et des impossibilités qui s'accusent chaque jour un peu plus. Le gain serait net.

En un mot je ne verrais que des avantages à l'adoption de cette nouvelle convention fondamentale : *l'atome d'hydrogène est divalent* (²).

(¹) Friedel, *Agenda du Chimiste*, 1891, p. 503 à 514.

(²) Cette proposition n'est pas sans analogie avec les idées émises par Schützenberger à plusieurs reprises, notamment dans ses *Leçons de Chimie générale*, 1898, p. 122 et 177, sur le *fractionnement des valences*. Mais sous cette nouvelle forme elle me paraît plus simple, moins hypothétique, et d'une application plus pratique.

M. G. **Lippmann** présente, au nom du Bureau des Longitudes :

1° La *Connaissance des Temps* pour l'an 1907;

2° Une *Carte de l'éclipse totale de Soleil des* 29 *et* 30 *août* 1905.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc.* Note de M. A. **Hansky**, présentée par M. J. Janssen.

Beaucoup d'astronomes ont cherché à photographier la couronne solaire en dehors des éclipses totales, mais jusqu'alors on n'est pas arrivé à un résultat positif.

Depuis quatre ans, j'ai commencé ces recherches au sommet du mont Blanc, où le spectre de la lumière diffuse du ciel est très faible dans le rouge par rapport à la partie jaune et verte.

Je me suis basé sur les données suivantes :

1. Les rayons appartenant à la partie rouge du spectre solaire traversent notre atmosphère sans absorption générale sensible ni dispersion.

2. Le spectre continu de la couronne est très intense dans sa partie la moins réfrangible, comme il résulte des observations faites pendant les éclipses totales.

3. La photographie rend très sensibles les petites différences dans l'intensité lumineuse des objets photographiés.

Il y a des procédés qui permettent d'augmenter encore les contrastes dans les images données par la photographie.

L'ensemble de ces raisons m'a déterminé à chercher à photographier la couronne dans la partie rouge de son spectre.

Dans ce but, j'ai examiné les spectres d'absorption d'un grand nombre de milieux absorbants, notamment les couleurs d'aniline.

1. Les couleurs rouges (type rubis) absorbent le spectre de $\lambda = 480^{\mu\mu}$ jusqu'à $\lambda = 600^{\mu\mu}$, mais laissent passer les parties violettes du spectre.

2. Les couleurs jaunes (type *aurantia*, orange II) absorbent de $\lambda = 560^{\mu\mu}$ jusqu'à la fin du spectre.

Cette propriété les rend utilisables pour photographier à l'aide des objectifs visuels.

3. Les couleurs vertes (type vert de malachite) absorbent le spectre

depuis $\lambda = 650^{\mu\mu}$ jusqu'à $\lambda = 590^{\mu\mu}$ et souvent (vert d'iode) après $\lambda = 460^{\mu\mu}$ jusqu'à la fin du spectre.

4. Les couleurs violettes (violet de gentiane) absorbent depuis $\lambda = 640^{\mu\mu}$ jusqu'à $\lambda = 530^{\mu\mu}$ et quelquefois (violet de méthyle) depuis $\lambda = 750^{\mu\mu}$ vers le rouge et depuis $\lambda = 470^{\mu\mu}$ vers le violet.

En combinant d'une certaine façon les écrans colorés par ces couleurs, on peut obtenir une absorption du spectre depuis $\lambda = 660^{\mu\mu}$ jusqu'à la limite du spectre.

La combinaison des écrans colorés choisie par moi fut la suivante : rubis, orange II, vert de malachite, violet de gentiane.

Pour préparer ces écrans, je trempais pendant 20 ou 30 minutes les pellicules Lumière très minces, fixées sans développement, dans une dissolution très épaisse des couleurs correspondantes. Ces pellicules se coloraient alors très uniformément. Elles ont l'avantage d'être superposables et constituent un écran composé assez mince. Je les plaçai au nombre de sept entre deux verres, dont l'un est une glace plane parallèle et l'autre la plaque sensible serrée contre la glace assez fortement, pour que les pellicules ne gâtent pas l'image.

Sur la glace de l'autre côté est collé un disque en laiton noirci, dont le diamètre est un peu plus grand que celui de l'image du Soleil au foyer de la lunette.

J'ai examiné beaucoup de plaques sensibles au rouge avant de m'arrêter à celles de Lumière dites panchromatiques et Ilford chromatiques qui le deviennent plus encore, étant orthochromatisées par les procédés ordinaires.

Invité par M. Janssen à continuer mes recherches au sommet du mont Blanc, j'en ai profité pour faire mes essais de photographies de la couronne avec la grande lunette de 12 pouces placée à l'observatoire du sommet.

Les préparatifs ont été faits à l'observatoire de Meudon avec l'aide de MM. Chevallier et Pasteur.

Pendant mon séjour au sommet en 1904, j'ai fait le 3 septembre, avec le concours de M. Millochau, douze photographies des régions circumsolaires en employant les écrans cités. Pendant ces essais le ciel était très transparent, il n'y avait presque aucun halo blanchâtre autour du Soleil.

Les poses variaient de 30 secondes à 2 minutes et la disposition des pellicules était changée avant chaque photographie. Après les six premières, toutes les pellicules ont été remplacées par une autre série. Tout ceci pour

éviter les taches et les différences de teinte des pellicules, qui, sur les photographies, pourraient être prises pour les rayons de la couronne.

Ces douze photographies ont été développées à l'Observatoire de Meudon. Elles ont montré un halo presque uniforme autour du disque solaire. Le positif de la photographie n° 1 est donné sur la planche I (*fig.* 1).

Pour faire apparaître l'image de la couronne, si elle existe sur cette photographie, je procédais de la manière suivante :

Du négatif donné (premier négatif) a été fait un positif sur une plaque au chlorure d'argent développée très énergiquement. Le positif sec, on le renforce autant que possible avec l'urane, qui colore encore la photographie en rouge, ce qui donne plus de contraste.

Le négatif (second négatif) obtenu avec ce positif et renforcé, donne presque toujours les détails et les différences de nuance cherchées. Quelquefois on doit aller encore plus loin, c'est-à-dire faire un troisième négatif, puis un quatrième, etc.

J'ai choisi parmi mes douze photographies quatre (les n°s 1, 6, 10 et 12) et je les ai traitées de la manière indiquée plus haut. Les seconds négatifs m'ont déjà montré un halo d'une forme spéciale et très accusée (voir *Pl. I*, *fig.* 2; *Pl. II*, *fig.* 1, 2, 3). On voit sur la planche I, l'énorme différence entre les copies des négatifs, premier et second, de la même photographie. Sur la figure 1, le halo autour du disque solaire n'a aucune forme déterminée, tandis que sur la figure 2 la forme de ce halo est tout à fait particulière, très ressemblante à celle de la couronne solaire. Les autres photographies ont donné presque la même forme, quoique la différence du temps entre les photographies extrêmes (n° 1 et n° 12) ait été plus d'une heure. Tout ceci donne une grande probabilité à la supposition que le halo qui est sorti autour du disque du Soleil, sur les seconds négatifs de mes photographies, est réellement la couronne solaire photographiée en dehors des éclipses.

Il serait très intéressant de continuer ces recherches.

Ce procédé peut être encore amélioré par l'emploi d'autres couleurs mieux choisies, par l'augmentation du nombre des écrans, par l'emploi de plaques plus sensibles pour le rouge, et alors on arrivera à photographier journellement la couronne solaire.

En changeant un peu ce procédé, surtout par l'emploi de plaques très sensibles au rouge près de C, on pourra photographier les protubérances solaires avec les lunettes ordinaires. Je reviendrai sur ce sujet quand j'aurai obtenu des résultats positifs.

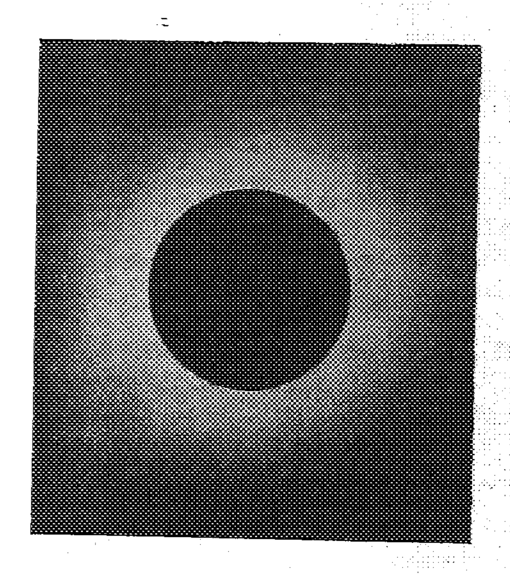
J'adresse ici à M. Janssen mes vifs remercîments pour ses savants conseils et son assistance qui m'ont été d'une si grande utilité, et pour la permission qu'il m'a donnée de me servir de la lunette de l'Observatoire du mont Blanc, dont la haute situation astronomique offre des conditions si exceptionnelles de raréfaction et de pureté atmosphériques.

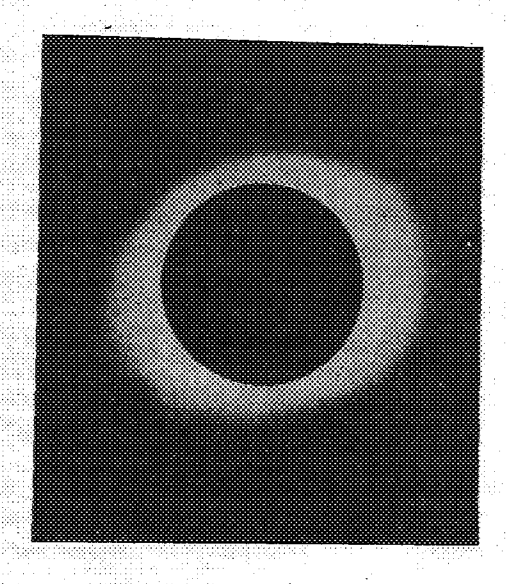
ASTRONOMIE. — *Remarques sur la Note précédente*, par M. J. JANSSEN.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Note de M. Hansky sur ses travaux à l'observatoire du sommet du mont Blanc.

Ces travaux avaient pour objet la photographie de la couronne solaire.

La rareté et la pureté de l'atmosphère au sommet du mont Blanc permettent en effet d'obtenir la couronne solaire sans qu'il soit besoin d'attendre une éclipse totale, ce qui était jusqu'ici indispensable.





Les photographies que je mets sous les yeux de l'Académie montrent, en effet, la couronne solaire avec une intensité et une perfection qu'on ne constatait que sur des épreuves obtenues pendant les éclipses totales.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La notion d'écart dans le Calcul fonctionnel.* Note de M. MAURICE FRÉCHET, présentée par M. P. Painlevé.

Dans ses *Leçons sur le calcul des variations,* Weierstrass a fait un grand usage de ce qu'il appelle le *voisinage* de deux courbes infiniment voisines. Je me propose de montrer ici l'intérêt qu'il y a, dans le Calcul fonctionnel, à étendre cette notion (sous le nom d'*écart*) au cas de deux éléments quelconques.

Nous considérons donc des éléments de nature quelconque (points, courbes, fonctions, etc.) tels seulement que l'on puisse faire correspondre à tout couple A, B de ces éléments un nombre bien déterminé positif ou nul appelé *écart* [1] de A et de B [représenté par la notation (A, B)] et jouissant des propriétés suivantes : 1° l'écart de A et de B est nul si A et B ne sont pas distincts et seulement dans ce cas; 2° A, B, C étant trois éléments quelconques, si les écarts (A, C) et (B, C) sont infiniment petits, il en est de même de l'écart (A, B).

Ceci posé, nous dirons qu'une suite d'éléments $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots$ tend vers l'élément A si l'écart (A, A_n) tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$ [2].

---

[1] J'emploie la dénomination d'*écart* parce que l'on peut prendre, en particulier, pour valeur de (A, B), *lorsque les éléments considérés sont des points de l'espace à n dimensions,* la quantité qui a été ainsi nommée par M. Jordan.

[2] Cette définition satisfait aux conditions imposées à la définition la plus générale de la limite dans la Note des *Comptes rendus* du 21 novembre 1904 : *Généralisation d'un théorème de Weierstrass.* En particularisant la nature des éléments, on peut obtenir ainsi, par un choix convenable de l'écart, la plupart des définitions classiques de la limite d'une suite d'éléments. Si l'on prend comme éléments des points de l'espace à une infinité dénombrable de dimensions, on retrouve la définition qui a été utilisée dans la Note du 27 février 1905 (*Sur les fonctions d'une infinité de variables*) en appelant écart des deux points $(x_1, x_2, \ldots, x_n, \ldots)$ et $(x'_1, x'_2, \ldots, x'_n, \ldots)$, par exemple la quantité

$$\frac{|x_1 - x'_1|}{1 + |x_1 - x'_1|} + \frac{1}{2!}\frac{|x_2 - x'_2|}{1 + |x_2 - x'_2|} + \ldots + \frac{1}{n!}\frac{|x_n - x'_n|}{1 + |x_n - x'_n|} + \ldots.$$

Pour l'écart de deux courbes, il suffit de généraliser le *voisinage* de deux courbes infiniment voisines. On appelle ainsi le maximum de la distance de deux points de même abscisse (ou d'abscisses très peu différentes) pris chacun sur une des courbes. Prenons alors deux courbes continues quelconques, *mais qui ne sont plus nécessaire-*

On en déduit facilement les définitions d'élément-limite d'un ensemble; d'ensemble dérivé, fermé, parfait, compact (¹). Nous dirons maintenant qu'une *opération fonctionnelle* U est définie dans un ensemble E, si à tout élément A de cet ensemble on a fait correspondre un *nombre* U_A bien déterminé; cette opération fonctionnelle sera *continue* dans E si U_{A_n} tend vers U_A lorsqu'un élément A_n de E tend vers un élément A quelconque de E.

Pour arriver aux théorèmes que nous avons en vue, nous dirons encore qu'une opération fonctionnelle U est *uniformément continue* dans E, si à tout nombre ε on peut faire correspondre η tel que l'on ait $|U_A - U_B| < \varepsilon$ lorsque A, B sont deux éléments quelconques de E, dont l'écart est inférieur à η. Si ε restant fixe, on change l'opération U, le nombre η varie en général. Lorsqu'une famille G d'opérations uniformément continues dans E est telle que, quel que soit ε, on puisse lui faire correspondre la même valeur de η pour toutes les opérations de G, on dit que celles-ci sont *également continues* (²).

Partant de ces définitions, nous avons pu démontrer directement, sans nous servir des propriétés des fonctions continues ou des ensembles de points, les propositions suivantes :

Lorsqu'on a pu définir la limite d'une suite d'éléments (de nature quelconque) au moyen de l'écart, on peut affirmer que pour de tels éléments :

I. *Tout ensemble dérivé est fermé* (³);

II. *Toute opération fonctionnelle continue dans un ensemble compact et fermé y est uniformément continue.*

III. Soit G une famille d'opérations fonctionnelles continues dans un ensemble compact et parfait P dont tous les éléments appartiennent à un

---

ment voisines,

$$x = f(t), \quad y = g(t), \quad z = h(t), \qquad C,$$
$$x = \varphi(t), \quad y = \psi(t), \quad z = \chi(t), \qquad \Gamma,$$

où $f, g, h, \varphi, \psi, \chi$ sont uniformément continues de t_0 à t_1. Il y a une infinité de représentations paramétriques analogues. Soit, dans chacune d'elles, δ le maximum de la distance de deux points qui correspondent à la même valeur de t. Nous proposons d'appeler *écart de* C *et de* Γ la limite inférieure d de l'ensemble des valeurs de δ. Cette quantité d satisfait à nos deux conditions et jouit de propriétés analogues à celle de la distance de deux points.

(¹) *Voir* pour ces définitions la Note déjà citée du 21 novembre 1904.

(²) Cette définition a été appliquée dans le cas où les éléments sont des nombres par Ascoli (*Sulle curve limiti di una varietà di curve :* Lincei, 1884) qui a obtenu *dans ce cas particulier* un théorème analogue à III. *Voir* aussi Arzelà, *Sulle serie di funzioni ugualmente oscillanti :* Académie de Bologne, 1904.

(³) Ce qui montre que toutes les définitions classiques de la limite peuvent se déduire de la notion d'écart.

ensemble dénombrable D ou à son dérivé D′ (¹). *La condition nécessaire et suffisante pour que l'on puisse extraire de toute infinité d'opérations de* G *une suite infinie de ces opérations tendant uniformément dans* P *vers une opération limite est que les opérations de* G *soient également continues et bornées dans leur ensemble.*

J'ajouterai pour terminer que les propositions précédentes et celles qui figurent dans les Notes du 21 novembre 1904 et du 2 janvier 1905 doivent être considérées comme la généralisation de théorèmes fort importants obtenus précédemment par M. Cesare Arzelà. Elles se réduisent à ces théorèmes (sans avoir à les utiliser pour leurs démonstrations) en prenant, selon les cas, comme éléments particuliers tantôt des nombres, tantôt des fonctions ou des courbes (²).

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le calcul des arcs encastrés.* Note de M. **Pigeaud**, présentée par M. Maurice Levy.

M. Maurice Levy, dans sa *Statique graphique*, a résolu la question théorique de la séparation des trois inconnues dont dépend l'étude de la stabilité d'un arc encastré. Dans le cas ordinaire d'un arc symétrique, nous avons reconnu qu'une séparation partielle, mais avantageuse au point de vue du calcul, pouvait être obtenue en prenant pour inconnues la poussée Q, la demi-somme S et la demi-différence U des moments d'encastrement. On a à résoudre le système des trois équations suivantes, dont l'une ne renferme que U et dont les deux autres sont indépendantes de cette variable :

$$(I) \qquad Q\int\frac{y\,ds}{EI} - S\int\frac{ds}{EI} = \int\frac{X'\,ds}{EI},$$

(¹) Si, par exemple, les éléments sont des points d'un espace à un nombre fini ou une infinité dénombrable de dimensions, il suffit que P soit limité et parfait, d'après les théorèmes I et V de la Note déjà citée du 27 février 1905.

(²) Pour plus de détails, *voir* les Mémoires suivants de M. Arzelà : *Sulle serie di funzioni* (*Mémoires de l'Académie de Bologne*, 1900); *Sulle funzioni di linee* (*Rendiconti dei Lincei*, 1889, et *Actes de l'Académie de Bologne*, 1900). On trouvera les intéressantes applications que M. Arzelà a faites de ses théorèmes dans les Mémoires suivants de l'Académie de Bologne : *Sull' integrabilità delle equazioni differenziali ordinare*, 1895; *Sull' esistenza degli integrali delle...*, 1896; *Sul secondo teorema della media per gli integrali doppi.*

$$\text{(II)}\quad Q\left(\int \frac{y^2\,ds}{\mathrm{EI}} + \int \frac{\cos\alpha\,dx}{\mathrm{E}\Omega}\right) - S\int \frac{y\,ds}{\mathrm{EI}} = \int \frac{X'y\,ds}{\mathrm{EI}} + \int \frac{Z'\sin\alpha\,dx}{\mathrm{E}\Omega} + 2a\alpha t,$$

$$\text{(III)}\quad \frac{U}{a}\left(\int \frac{x^2\,ds}{\mathrm{EI}} - \int \frac{\sin\alpha\,dy}{\mathrm{E}\Omega}\right) = \int \frac{Z'\sin\alpha\,dy}{\mathrm{E}\Omega} - \int \frac{X'x\,ds}{\mathrm{EI}}.$$

Toutes les intégrales sont prises entre les limites qui correspondent aux extrémités de l'arc; X' et Z' sont le moment fléchissant et l'effort tranchant qui seraient développés dans une poutre droite simplement appuyée, de même portée que l'arc et soumise aux mêmes charges verticales. Les autres lettres ont leur signification habituelle.

A l'aide de ces équations, nous avons pu aborder l'étude détaillée des arcs circulaires à section constante et la construction de Tables numériques répondant au même objet que les Tables de Bresse relatives aux arcs articulés.

1° Cas d'une charge isolée de valeur unité, agissant au point d'abscisse $u = \rho\sin\theta$, la température étant constante.

Les expressions complètes des inconnues sont

$$Q = \frac{N}{\Delta},\qquad S = \rho\frac{H}{\Delta},\qquad U = \rho\frac{E}{D},$$

en posant

$$\Delta = (2\varphi^2 + \varphi\sin 2\varphi)\left(1 + \frac{r^2}{\rho^2}\right) - 4\sin^2\varphi,$$

$$N = \left(1 - \frac{r^2}{\rho^2}\right)\varphi(\sin^2\varphi - \sin^2\theta) - 2\sin\varphi(\varphi\sin\varphi + \cos\varphi - \theta\sin\theta - \cos\theta),$$

$$H = \left(1 - \frac{r^2}{\rho^2}\right)(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi)(\sin^2\varphi - \sin^2\theta) - \left[\varphi - \frac{\sin 2\varphi}{2} + \frac{r^2}{\rho^2}\left(\varphi + \frac{\sin 2\varphi}{2}\right)\right](\varphi\sin\varphi + \cos\varphi - \theta\sin\theta - \cos\theta),$$

$$D = 2\varphi - \sin 2\varphi,$$

$$E = \sin\varphi\sin\theta\left(\frac{\varphi}{\sin\varphi} + \cos\varphi - \frac{\theta}{\sin\theta} - \cos\theta\right) - \frac{2\dfrac{r^2}{\rho^2}}{1 + \dfrac{r^2}{\rho^2}}\sin\varphi\sin\theta(\cos\varphi - \cos\theta).$$

On reconnaît assez facilement que dans la plupart des cas on peut négliger le second terme de E et que le terme en $\frac{r^2}{\rho^2}$ dans N, et le premier terme en $\frac{r^2}{\rho^2}$ de H, ont une faible importance relative; ces deux derniers termes représentent l'influence de l'effort tranchant. Au contraire, le terme en $\frac{r^2}{\rho^2}$ de Δ et le second terme en $\frac{r^2}{\rho^2}$ de H, qui proviennent

de l'influence de la compression longitudinale due à la poussée, ont une importance souvent considérable.

Pour faciliter les calculs numériques, nous avons développé ces expressions en séries, procédant suivant les puissances de φ et contenant le rapport $\frac{\theta}{\varphi} = m$. Les valeurs des inconnues prennent la forme

$$Q = \frac{1}{\rho}\frac{Q_0^0 - \frac{r^2}{L^2}Q_1^0}{1 + \frac{r^2}{L^2\varphi^2}\delta^0}, \qquad S = L\frac{S_0^0 - \frac{r^2}{L^2\varphi^2}S_1^0}{1 + \frac{r^2}{L^2\varphi^2}\delta^0}, \qquad U = -LU_0^0,$$

$L = \rho\varphi$ est la demi-longueur de l'arc. On vérifie aisément que, pour $\varphi = 0$, Q s'annule et que S et U prennent les valeurs qui conviennent aux poutres droites encastrées.

Nous avons calculé des Tables donnant les valeurs des diverses fonctions Q_0^0, Q_1^0, S_0^0, S_1^0, U_0^0, δ^0, pour des valeurs de m croissant de dixième en dixième, de $m = 0$ à $m = 0,9$, et pour des valeurs de φ croissant de deux en deux degrés, de 10° à 50°, ainsi que les valeurs limites pour $\varphi = 0$.

2° Cas d'une charge uniformément répartie sur l'horizontale, de valeur unité, la température restant constante.

On a, dans ce cas :

$$U = 0,$$
$$Q = \frac{\rho}{\Delta}\left[\frac{4}{3}\left(1 - \frac{r^2}{\rho^2}\right)\varphi\sin^3\varphi - \sin\varphi\left(\frac{\sin 2\varphi}{2} - \varphi\cos 2\varphi\right)\right],$$
$$S = \frac{\rho^2}{\Delta}\left\{\frac{4}{3}\left(1 - \frac{r^2}{\rho^2}\right)(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi)\sin^3\varphi - \frac{1}{2}\left[\varphi - \frac{\sin 2\varphi}{2} + \frac{r^2}{\rho^2}\left(\varphi + \sin\frac{2\varphi}{2}\right)\right]\left(\frac{\sin 2\varphi}{2} - \varphi\cos 2\varphi\right)\right\}.$$

Les expressions développées de Q et S sont de la forme

$$Q = \rho\frac{q_0^0 - \frac{r^2}{L^2}q_1^0}{1 + \frac{r^2}{L^2\varphi^2}\delta^0}, \qquad S = \rho^2\frac{\varphi^4 s_0^0 - \frac{r^2}{L^2}s_1^0}{1 + \frac{r^2}{L^2\varphi^2}\delta^0};$$

q_0^0, q_1^0, s_0^0, s_1^0 sont de nouvelles fonctions de φ finies pour $\varphi = 0$, dont nous avons calculé les valeurs entre $\varphi = 0$ et $\varphi = 50°$.

Il y a lieu de noter l'influence presque toujours prépondérante du terme correctif du numérateur de S.

3° Cas d'une élévation de température sans surcharge.

On a, dans ce cas :

$$U = 0,$$

$$Q = \frac{4EI\alpha t}{\rho^2\Delta}\varphi\sin\varphi = \frac{4EI\alpha t}{\rho^2\varphi^4}\frac{\mathcal{Q}_0}{1+\frac{r^2}{\rho^2 L^2}\mathcal{S}_0},$$

$$S = \frac{4EI\alpha t}{\rho\Delta}\sin\varphi(\sin\varphi - \varphi\cos\varphi) = \frac{4EI\alpha t}{\rho\varphi^2}\frac{\mathcal{S}_0}{1+\frac{r^2}{\rho^2 L^2}\mathcal{S}_0}.$$

Nous avons calculé, dans les mêmes limites que précédemment, les valeurs numériques des fonctions $\mathcal{Q}_0$ et $\mathcal{S}_0$.

ÉLECTRICITÉ. — *Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques.* Note de M. **Édouard Branly**, présentée par M. de Lapparent.

La télégraphie sans fil est l'application la plus simple des effets d'induction dus aux étincelles électriques, puisqu'elle consiste en une répétition d'un même mouvement d'attraction d'un contact d'électro-aimant, à intervalles convenablement réglés pour la distinction des signaux. Je me suis proposé de réaliser à une station de réception divers effets dans des circuits agencés à l'avance, puis de les supprimer, l'ordre de réalisation et l'ordre de suppression étant quelconques et ces deux ordres pouvant varier au gré de la station de transmission, sans qu'un opérateur ait jamais à intervenir à la station de réception, de telle sorte que les effets puissent avoir lieu dans un poste abandonné ou dans un bateau non monté.

Le modèle de démonstration que j'ai établi se comporte avec une parfaite régularité dans un laboratoire, mais l'expérience de la télégraphie sans fil démontre que son emploi n'offrirait pas de difficulté spéciale s'il s'agissait de la portée de la télégraphie sans fil elle-même. Je me limite à trois effets pour la simplicité de la description du dispositif : *entraînement d'un moteur électrique, incandescence de lampes, explosion.* La succession des effets est variable à volonté, par exemple : 1° mise en marche du moteur, allumage des lampes, explosion, extinction des lampes, arrêt du moteur; ou bien : 2° allumage des lampes, mise en marche du moteur, arrêt du moteur, explosion, extinction des lampes; ou une autre succession qui paraîtrait opportune, au moment même de la réaliser.

Les phénomènes sont arbitraires; ceux-ci ont été choisis sans motif

spécial, ils peuvent être purement mécaniques; en particulier, ils pourraient consister en actions solidaires les unes des autres, constitutives par exemple du fonctionnement d'une machine complexe de travail ou de direction qu'il s'agirait de mettre en train à un moment donné.

La localisation de l'effet de l'étincelle du poste transmetteur sur un phénomène choisi dans un groupe installé au poste récepteur et le choix facultatif de l'ordre des phénomènes du groupe résultent de la construction du distributeur.

Distributeur. — Le distributeur consiste en un axe isolant sur lequel sont montés des disques métalliques qui frottent contre des balais et des ressorts pour le passage d'un courant électrique. L'axe est entraîné dans sa rotation par un mouvement d'horlogerie. Chaque disque est un interrupteur correspondant à un phénomène spécial qu'il provoque ou qu'il suspend.

Pour fixer les idées, considérons le disque des lampes à incandescence. Son bord latéral frotte constamment contre un balai. Sur son pourtour, sur un arc d'environ 90°, il offre un secteur d'un rayon un peu supérieur au reste de la circonférence; ce secteur pressé sur une tige à ressort. Cette pression complète la fermeture d'un circuit que nous appellerons le *circuit d'allumage des lampes,* mais seulement quand le relais annexé au radioconducteur vient à agir. Il faut pour cela qu'une étincelle éclate au poste transmetteur pendant la fraction de tour où la pression s'exerce. Alors, bien que le relais n'ait agi que momentanément, l'incandescence persiste par le jeu d'un électro-aimant. Cette incandescence est alors soustraite à l'influence des étincelles du poste transmetteur. Elle n'est supprimée que si une étincelle vient à éclater au poste transmetteur quand le disque ferme de nouveau par pression le circuit d'allumage.

Pour nos trois phénomènes, nous avons ici trois disques, l'arc des secteurs de pression est d'environ 90° et ces secteurs touchent à tour de rôle leurs tiges à ressort respectives. Une étincelle du poste transmetteur ne peut provoquer que la fermeture d'un seul des trois circuits.

L'employé du poste de transmission sait qu'il est en mesure d'agir sur tel ou tel circuit à l'inspection d'une bande à dépêches d'un inscripteur Morse à radioconducteur qui se déroule sous ses yeux et reçoit un signal du poste de réception pendant les trois courts intervalles de 20° d'arc qui séparent les secteurs sur leur circonférence *complète* (circonférence projetée sur un plan perpendiculaire à l'axe); ces intervalles restent toujours libres de tout contact avec les tiges à ressort.

C'est dans l'intervalle compris entre les signaux 1 et 2 par exemple qu'une étincelle du poste transmetteur produira au poste récepteur l'allumage ou l'extinction des

lampes; entre les signaux 2 et 3 aura lieu la mise en marche ou l'arrêt du moteur; entre les signaux 3 et 1 l'explosion. Les signaux résultent de la fermeture temporaire du circuit d'une bobine d'induction au poste de réception, cette fermeture ayant lieu par un disque qui offre 3 dents de formes différentes respectivement intercalées entre les secteurs sur la circonférence complète de projection.

Le radioconducteur et son frappeur, le relais et les accessoires sont enfermés dans une cage métallique grillagée; cette cage protège leur circuit de l'induction des étincelles qui éclatent dans leur voisinage pour signaler la position des secteurs. Au moment des étincelles, l'antenne se trouve par le mouvement même de l'axe reliée à la bobine tandis qu'elle passe au circuit du radioconducteur lorsque les secteurs pressent sur les tiges à ressort.

Contrôle. — Le radioconducteur employé est un *trépied-disque*, bien préparé, qui n'est pas sujet à des défaillances; en outre si, par inadvertance, l'étincelle du transmetteur consiste en deux ou trois étincelles très rapprochées, bien que le radioconducteur y obéisse, les appareils de déclenchement ont assez de lenteur pour qu'il n'y ait pas renversement immédiat du phénomène produit. Il y a cependant intérêt à savoir au poste transmetteur si l'effet a eu lieu au poste récepteur, surtout s'il s'agit d'actions solidaires où un second phénomène peut causer des désordres lorsque le premier a fait défaut.

Le contrôle se fait par un nouveau disque à dent unique annexé à chaque phénomène; cette dent se trouve placée dans l'échancrure de 30° réservée aux signaux indicateurs de la position des secteurs à pression. Cette dent donne à l'aide de la bobine un signal qu'on intercale dans celle des échancrures où l'on a le plus d'intérêt à la voir, il persiste à chaque tour tant que le phénomène correspondant n'a pas disparu.

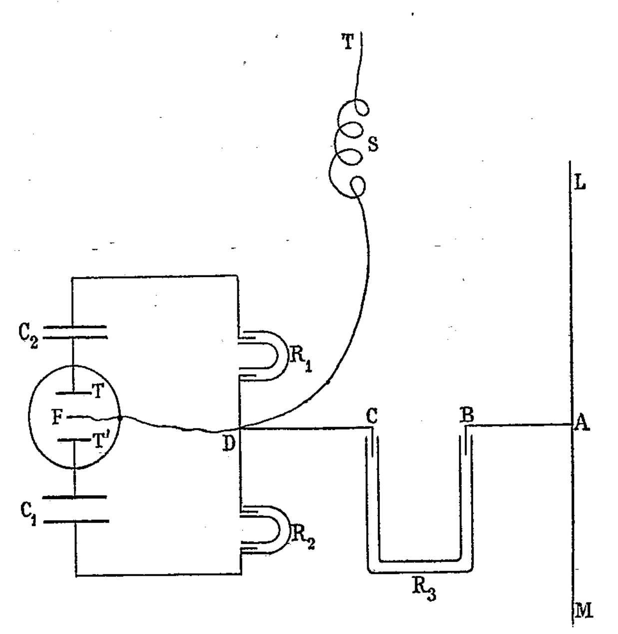
Dans mon premier modèle, la rotation de l'axe porteur des disques se fait en 36 secondes, soit 12 secondes par tiers de circonférence. Un secteur presse sa tige à ressort pendant 9 secondes et 3 secondes correspondent à une échancrure. On dispose donc de 9 secondes pour faire éclater une étincelle au poste transmetteur et pour réaliser le passage sur la bobine d'induction de l'antenne du Morse. L'appareil Morse du poste transmetteur est protégé par une cage métallique grillagée.

Le dispositif qui vient d'être décrit est un simple dispositif de démonstration, on conçoit que les appareils industriels exigeraient des modifications.

PHYSIQUE. — *Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique du verre avec la fréquence.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini**, présentée par M. H. Becquerel.

Dans une série de mesures relatives aux courants de haute fréquence, nous avons eu besoin de capacités susceptibles d'être connues à $\frac{1}{10}$ près environ de leur valeur, pour des fréquences variant approximativement entre 10^5 et 3.10^6 par seconde. N'ayant pu employer des condensateurs à air, qui auraient été trop coûteux et trop encombrants, nous avons dû employer des bouteilles en verre, mais il fallait savoir comment variait leur capacité avec la fréquence. Pour cela, nous avons employé la méthode suivante :

Un point A du circuit LM, parcouru par un courant de fréquence connue, est mis en communication avec le circuit AB.... Le conducteur ABCD se divise en D, et deux dérivations se rendent aux armatures de deux condensateurs C et C_1. C_1 est un



condensateur à air formé de deux plans dont on peut faire varier la distance au moyen d'une vis. C est un condensateur formé de deux feuilles de papier d'étain collées sur un échantillon du verre employé pour les bouteilles. Les deux autres armatures des

condensateurs C et C_1 sont respectivement en contact avec les plateaux fixes P et P′ d'un électromètre de Hankel, dont la feuille d'or F est en communication avec la cage de l'appareil et avec le point D. La feuille d'or reste en équilibre si tout est symétrique; elle dévie au contraire, si les deux capacités C_1 et C ne sont pas égales. On ne peut jamais avoir un électromètre exactement symétrique. Dans ce cas, l'équilibre sera établi quand les capacités C et C_1 seront dans un rapport constant.

Le circuit L, dans la plupart des expériences, est parcouru par un courant de haute fréquence, dû à une bobine d'induction. Le potentiel en A subit donc d'abord une variation relativement lente due à l'ascension du potentiel avant l'éclatement de l'étincelle active, puis la variation correspondant au courant de haute fréquence. On peut éliminer l'effet de la première cause en mettant le point D à la terre par l'intermédiaire d'une self-induction assez grande (secondaire d'une bobine d'induction de 70^{cm} d'étincelle). Dans ces conditions, la perturbation lente du début ne sera pas arrêtée par la self-induction, au lieu que les oscillations de haute fréquence seront arrêtées et chargeront l'électromètre. On vérifie que, quand l'éclatement de l'étincelle active n'a pas lieu, la feuille d'or ne bouge pas, quelle que soit la distance des deux armatures du condensateur C_1 même quand elles sont au contact.

Au contraire, dès que la décharge de haute fréquence a lieu, il faut régler convenablement la capacité C_1 pour établir l'équilibre.

L'expérience montre que, quand la fréquence varie entre les environs de 10^5 et ceux de 3.10^6 par seconde, la valeur de la capacité C_1 qui équilibre la capacité C ne varie pas assez pour permettre une mesure, au moins avec la sensibilité que présentait l'appareil assez grossier dont nous nous sommes servis. Cependant, l'observation de la feuille d'or F au microscope permet de voir un mouvement extrêmement petit, mais non mesurable, indiquant que le pouvoir inducteur spécifique du verre décroît très légèrement pour les fréquences croissantes dans les limites indiquées.

On pouvait penser que ce résultat était dû aux oscillations propres du système ABC..., excitées par les courants de haute fréquence. Pour nous assurer qu'il n'en était pas ainsi, nous avons intercalé des résistances R_1, R_2, R_3 formées de tubes de verre remplis d'eau du robinet, et nous avons vu que l'introduction ou la suppression de ces résistances ne modifiaient en rien l'équilibre. La résistance R_3 était de 150 000 à 200 000 ohms, R_1 et R_2 de 20 000 à 30 000 chacune et à peu près égales.

Pour avoir l'allure de la courbe de variation du pouvoir inducteur avec la fréquence, nous avons opéré avec des fréquences plus basses en supprimant la mise à terre. Nous avons ensuite excité le point A d'abord avec les oscillations de Mouton de la bobine (environ $\frac{1}{500}$ de seconde), puis avec le potentiel alternatif à 42 périodes obtenu en excitant la bobine avec le cou-

rant du secteur, puis avec une perturbation durant environ $0^s,1$. Nous avons eu les résultats suivants :

Durée de la charge.	Écartement des plateaux.
s	mm
0,1	5,5
0,0238	7
0,005 environ	9
0,00001	10,5

Pour $0^s,000001$ on peut apprécier par la déviation de la feuille d'or qu'on aurait environ $10^{mm},7$

Cette méthode pourrait être rendue très précise en effectuant les corrections relatives à la limitation des plateaux, et elle se prêterait à des mesures absolues, même avec de très petits échantillons de la substance à étudier, en ayant deux condensateurs réglables C_1 et C_2, tarant avec C_1 le condensateur C, et substituant à celui-ci le condensateur C_2.

En résumé, on peut utiliser pour produire des courants de haute fréquence de période calculable, des bouteilles de Leyde en verre à condition d'introduire dans les formules une capacité environ moitié de celle mesurée pour des charges d'environ $0^s,1$, et les 0,7 de la capacité mesurée en employant la fréquence d'un secteur alternatif ordinaire.

La première mesure peut se faire balistiquement, en mesurant le potentiel à l'électromètre absolu de Thomson. La seconde peut se faire, d'après une idée qui nous a été suggérée par M. Villard, en chargeant la capacité à mesurer au moyen du courant alternatif transformé au moyen d'une bobine d'induction, et mesurant d'une part le voltage efficace aux bornes du condensateur avec l'électromètre absolu, et, d'autre part, l'intensité efficace de charge au moyen d'un milliampèremètre à courants alternatifs.

MAGNÉTISME. — *Sur le coefficient d'aimantation spécifique et la susceptibilité magnétique des sels.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

En employant la même méthode que pour les liquides organiques, j'ai obtenu pour le coefficient d'aimantation spécifique K des sels les résultats contenus dans le Tableau ci-après, le coefficient de l'eau étant $-0,79.10^{-6}$.

A côté de la valeur de $K.10^6$ j'ai indiqué entre parenthèses la correction due au

magnétisme de l'air, en la faisant précéder du signe + lorsque cette correction contribuait à augmenter la valeur absolue du coefficient; c'est le cas qui doit se présenter pour les corps paramagnétiques, puisque ces corps, plongés dans un milieu magnétique tel que l'air, sont en réalité plus paramagnétiques qu'ils ne le paraissent.

Paramagnétiques.

	Valeurs de K.10⁶.			Valeurs de K.10⁶.	
Perchlorure de fer cristallisé.	+102,5	(+3,6)	Sulfate de cuivre...........	+ 7,28	(+0,28)
Sulfate de fer...............	+ 50,6	(+1,9)	Permanganate de potasse...	+ 1,98	(+0,08)
Sulfate de cobalt...........	+ 39,7	(+1,5)	Sulfite de soude anhydre....	+ 0,36	(+0,02)
Sulfate de nickel............	+ 18,7	(+0,7)	Bichromate de potasse......	+ 0,134	(+0,02)
Ferricyanure de potassium..	+ 9,01	(+0,36)			

Diamagnétiques.

Bicarbonate de soude.......	— 0,230	(—0,005)	Acétate de soude...........	— 0,548	(+0,001)
Azotate de soude...........	— 0,312	(—0,002)	Borate de soude............	— 0,592	(+0,005)
Azotate de potasse..........	— 0,320	(—0,002)	Potasse......................	— 0,598	(+0,008)
Chlorate de potasse.........	— 0,333	(0,000)	Acide borique..............	— 0,603	(+0,001)
Oxalate de potasse..........	— 0,391	(+0,001)	Tartrate neutre de potasse..	— 0,609	(+0,007)
Sulfate de potasse...........	— 0,420	(+0,004)	Sulfate de magnésie........	— 0,614	(+0,006)
Ferrocyanure de potassium..	— 0,435	(+0,001)	Sulfate de soude...........	— 0,643	(+0,004)
Carbonate de potasse.......	— 0,487	(+0,004)			
Sulfate de zinc.............	— 0,530	(+0,006)	Eau........................	— 0,79	
Phosphate d'ammoniaque...	— 0,546	(+0,004)	Bismuth....................	— 1,39	(+0,05)

Pour les corps diamagnétiques, on peut s'étonner au premier abord que la correction due à l'air ne soit pas constamment soustractive; cette sorte de contradiction provient de ce que, dans le calcul, on emploie pour l'eau la constante vraie $-0,79.10^{-6}$ et non pas la constante apparente qui est plus élevée en valeur absolue; si l'on introduisait dans le calcul le pouvoir apparent, il y aurait lieu, en effet, d'opérer une correction toujours soustractive pour les corps diamagnétiques, correction qui aurait d'ailleurs une valeur constante s'il s'agissait de la susceptibilité magnétique; il est facile de le voir par une transformation simple des formules employées pour ces corps diamagnétiques. On a, pour le coefficient d'aimantation

$$-10^6.K = \left[r_1 - 0,039\left(\frac{1}{D} - r_1\right)\right] 0,79,$$

et pour la susceptibilité

$$-10^6.k = [r_1 D - 0,039(1 - r_1 D)]\, 0,79.$$

Ces formules, dans lesquelles r_1 désigne le résultat immédiat de la comparaison avec l'eau et D la densité, peuvent s'écrire

$$-10^6.K = r_1 D(1 + 0,039)\,0,79 - \frac{0,039 \times 0,79}{D} = r_1 \times 0,821 - \frac{0,031}{D},$$

$$-10^6.k = r_1 (1 + 0,039)\,0,79 - 0,039 \times 0,79 = r_1 D \times 0,821 - 0,031.$$

On met ainsi en évidence un dernier terme toujours soustractif; or, dans ce dernier

terme, 0,031 représente $0,039 \times 0,79$ ou $\frac{0,0322}{0,822} \times 0,79$, où 0,0322 provient de la valeur de la susceptibilité de l'air ($-0,032.10^{-6}$); mais ce n'est là qu'un artifice de calcul, car on ne peut dire que ce dernier terme soit le seul qui provienne de l'action de l'air; cette action intervient pour modifier le quotient qui figure dans la première partie et remplace le coefficient vrai 0,79 par le coefficient apparent 0,82. Il est donc préférable de conserver le nom de *correction due à l'air* au terme

$$-0,039 \times 0,79\left(\frac{1}{D} - r_1\right),$$

c'est la valeur de ce terme qui a été mise entre parenthèses : elle est soustractive toutes les fois que l'on a

$$\frac{1}{D} > r_1 \quad \text{ou} \quad r_1 D < 1,$$

c'est-à-dire pour tous les corps diamagnétiques dont la *susceptibilité* est inférieure en valeur absolue à celle de l'eau : elle est positive dans le cas contraire, comme on peut s'en assurer à l'aide du Tableau donné ci-après.

Pour les corps paramagnétiques, la correction est toujours positive, puisqu'on a les formules

$$10^6.K = \left[r_1 + 0,039\left(\frac{1}{D} + r_1\right)\right]0,79 \quad \text{et} \quad 10^6.k = [r_1 D + 0,039(1 + r_1 D)]\,0,79.$$

Les sels qui figurent dans le précédent Tableau sont ceux qui par leur association avec les liquides déjà étudiés fournissent des liqueurs présentant le dichroïsme magnétique; j'ai calculé pour ces mêmes sels la susceptibilité magnétique et les résultats sont groupés dans le Tableau suivant; j'ai fait remarquer déjà que ces nombres n'ont de sens précis que si l'on indique les densités prises pour le calcul; les densités employées, que j'ai déterminées pour quelques-uns de ces sels, figurent dans la dernière colonne.

	$k.10^6$.	D.		$k.10^6$.	D.
Perchlorure de fer.........	+287	2,80	Ferrocyanure de potassium.	− 0,831	1,91
Sulfate de fer.............	+ 95,3	1,88	Oxalate de potasse.........	− 0,839	2,145
» cobalt..........	+ 76,3	1,92	Acide borique.............	− 0,880	1,46
» nickel..........	+ 37,1	1,98	Sulfate de soude..........	− 0,938	1,46
» cuivre....	+ 16,52	2,27	Phosphate d'ammoniaque...	− 0,971	1,78
Ferricyanure de potassium.	+ 16,48	1,83	Carbonate de potasse.......	− 0,994	2,04
Permanganate de potasse...	+ 5,37	2,71	Borate de soude...........	− 1,02	1,72
Sulfite de soude anhydre...	+ 0,936	2,61	Sulfate de magnésie.......	− 1,03	1,68
Bichromate de potasse.....	+ 0,363	2,70	» zinc............	− 1,07	2,02
Bicarbonate de soude......	− 0,508	2,21	» potasse.........	− 1,09	2,6
Azotate de potasse	− 0,669	2,09	Tartrate n. de potasse......	− 1,20	1,97
» soude..........	− 0,699	2,24	Potasse...................	− 1,22	2,04
Acétate de soude..........	− 0,750	1,37			
Chlorate de potasse........	− 0,778	2,33	Bismuth..................	−13,64	9,82

PHOTOGRAPHIE. — *Sur le silhouettage photographique. Réponse à la Note de M.* A. Guébhard. Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note du dernier numéro des *Comptes rendus*, M. A. Guébhard donne du silhouettage photographique une explication fort détaillée mais certainement inapplicable à celles de mes expériences que cet Auteur rappelle à cette occasion. Ce que j'ai décrit et montré à la Société française de Physique est en effet non une ligne noire entourant le contour des objets, mais un liséré blanc, c'est-à-dire exactement le contraire.

Je n'ai d'ailleurs donné aucune explication de ce singulier phénomène et les conditions précises dans lesquelles on l'observe ne me sont pas encore complètement connues. J'ai simplement indiqué quelques-uns des cas où on peut l'obtenir; voici peut-être le plus intéressant :

Un papier au chlorure d'argent pour noircissement direct sans développement, exigeant au moins une heure d'exposition, sous un bon cliché, pour donner une image convenable, est exposé seulement quelques secondes sous ce cliché; une moitié de l'épreuve est ensuite masquée par un papier noir; l'autre moitié est soumise à l'action prolongée des rayons jaunes (2 heures par exemple). La moitié ainsi exposée est donc continuée comme dans l'expérience classique d'Edmond Becquerel et l'image apparaît.

Le tout est ensuite développé, soit à l'acide gallique, soit à l'hydroquinone.

Avec l'acide gallique mélangé d'azotate d'argent, véritable bain d'argenture capable de développer (renforcer serait plus exact) même une image fixée, la moitié continuée, offrant plus de prise à l'argenture, monte assez vite; mais l'autre moitié rattrape bientôt la première et entre les deux apparaît une bande étroite claire, marquant le contour du papier noir. Cette bande se produit ici entre deux images toutes les deux en train de monter et non, comme l'admet M. Guébhard, l'une ascendante, l'autre descendante.

Le phénomène est encore plus frappant si l'on révèle à l'hydroquinone. Ce révélateur est, en effet, complètement indifférent à l'effet continuateur de la lumière jaune; la demi-image continuée et celle qui a été protégée par le papier noir se développent simultanément, et c'est entre deux régions montant avec la même vitesse qu'apparaît le liséré clair dont il s'agit.

J'ai simplement dit à cette occasion que la présence d'une cache en papier noir ou en papier d'étain, au contact de la surface sensible, m'avait paru nécessaire, n'ayant jamais obtenu ce silhouettage clair sur des images fournies par un objectif.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'ionisation produite entre des plateaux parallèles par l'émanation du radium*. Note de M. **William Duane**, présentée par M. A. Potier.

Dans un travail (¹) que j'ai fait au laboratoire de M. P. Curie, j'ai constaté que le courant produit par l'unité de l'émanation du radium répandue dans l'air est de 0,63 es. u., si tous les rayons sont absorbés par l'air. Dans le travail que je présente aujourd'hui j'ai vérifié la détermination dont je viens de parler et j'ai estimé la loi d'absorption par l'air des rayons de l'émanation et de la radioactivité induite.

L'étude actuelle a été faite avec un condensateur à plateaux avec anneau de garde situé dans une cloche dans laquelle on pouvait introduire de l'air chargé d'une quantité connue d'émanation. On établissait une différence de potentiel de plusieurs centaines de volts entre les plateaux du condensateur et l'on mesurait le courant correspondant à la partie centrale par la méthode du quartz piézoélectrique. On pouvait facilement changer la distance des plateaux et effectuer la mesure pour toutes les distances. On prenait les précautions déjà décrites dans le travail précédent pour avoir sous la cloche des quantités bien connues d'émanation; on contrôle du reste la quantité d'émanation introduite en observant 20 heures après l'introduction le courant électrique pour une distance constante (1^{cm}) entre les plateaux.

J'ai déterminé pour diverses distances des plateaux : 1° le courant initial au moment où l'on vient d'introduire l'émanation (²); 2° le courant maximum au bout de 3 heures quand un état de régime est établi dans l'appareil; ce courant est dû à l'émanation et à la radioactivité induite; 3° le courant que l'on obtient avec la radioactivité induite seule en renouvelant l'air de l'appareil pour chasser l'émanation. Cette mesure a été faite une demi-heure après avoir retiré l'émanation, de telle sorte que le rayonnement est uniquement dû à la troisième substance C de la radioactivité induite.

Dans le premier cas, avec l'émanation seule, le courant par centimètre carré entre les plateaux est représenté approximativement (à 6 pour 100

(¹) *Comptes rendus*, 27 février 1905.

(²) Ce courant n'est pas déterminé directement, mais déduit par extrapolation du courant observé dans les premières minutes ainsi que je l'ai expliqué dans le précédent travail.

près) par la formule

$$(1) \qquad I = 0,63[d - (1 - e^{-d})],$$

la quantité d'émanation étant égale à 1 dans chaque centimètre cube d'air, d représentant la distance des plateaux.

On peut établir théoriquement la formule suivante :

$$(2) \qquad I = C[d - k(1 - e^{\alpha d})],$$

où C, k et α sont des constantes. On suppose pour y arriver que l'énergie absorbée par seconde dans chaque élément de volume d'air est proportionnelle à l'énergie totale qui traverse cet élément par seconde. On admet de plus que, s'il existe un rayonnement secondaire sur les plateaux, ce rayonnement est proportionnel au flux d'énergie reçu par le plateau. Dans le cas particulier où le rayonnement secondaire est nul on a $k = \frac{1}{\alpha}$. C'est précisément ce qu'indique l'expérience; en comparant les formules (1) et (2) on a $C = 0,63$, $k = \frac{1}{\alpha} = 1$.

La deuxième mesure (courant maximum au bout de 3 heures) donne la somme des courants dus à l'émanation et à la radioactivité induite. On en déduit le courant dû à l'activité induite seule. Les résultats sont très bien représentés par la formule

$$I = C_1 d(1 - e^{-\beta d})$$

avec $C_1 = 0,63$ et $\beta = 0,72$. On voit que la quantité de matière radioactive qui se trouve sur les plateaux est proportionnelle à la distance des plateaux. Cette formule représente bien les résultats de l'expérience, bien que, théoriquement, il semble qu'une formule avec deux exponentielles devrait être nécessaire, puisque l'on est conduit à admettre qu'il y a deux substances (A et C) qui rayonnent sur les corps activés. β peut être considéré comme un coefficient moyen d'absorption intermédiaire entre ceux des rayonnements des substances A et C.

Dans la troisième série de mesures faites 30 minutes après avoir enlevé l'émanation, le courant est seulement dû à la troisième substance C de la radioactivité induite (la première substance A a complètement disparu au bout de 30 minutes et la deuxième substance B ne rayonne pas). Les expériences sont bien représentées par la formule

$$i = i_0(1 - e^{-\gamma d}),$$

lorsque l'on fait seulement varier la distance des plateaux pour une activité donnée de leur surface. On a $i_0 = 1,76$ et $\gamma = 0,85$ en prenant comme point de départ $i = 1$ pour une distance de 1^{cm} des plateaux.

On peut tirer diverses conséquences des résultats qui se trouvent énoncés dans les deux Notes que j'ai présentées à l'Académie :

1° Si l'on admet que la charge d'un ion est $e = 3.10^{-10}$ unités électrostatiques, on trouve que le nombre maximum d'ions de chaque signe produits en une seconde par l'unité d'émanation est $\frac{0,63}{e} = 2,1.10^9$;

2° Si l'énergie nécessaire pour ioniser une molécule d'air est égale à 3.10^{-11} ergs (Stark et Langevin), l'énergie d'ionisation que peut produire l'unité d'émanation pendant sa vie est au total égale à $3,13.10^4$ ergs. Cette énergie pour l'émanation dégagée par 1^g de bromure de radium pendant une heure correspond à 2,7 petites calories, soit environ $\frac{1}{20}$ de la chaleur totale dégagée par le bromure de radium pendant le même temps;

3° Si l'émanation en équilibre au bout d'un temps prolongé avec 1^g de bromure de radium est égale à celle qui occupe $0^{cm^3},00088$ à l'état gazeux à 0° et 760^{mm} de pression (Ramsay et Soddy) et si le nombre de molécules dans chaque centimètre cube multiplié par la charge d'un ion est égal à $1,24 \times 10^{10}$ (Townsend), on peut en conclure qu'une molécule d'émanation produit en se détruisant 14500 ions de chaque signe. L'énergie utilisée en produisant ces ions est égale à $4,4.10^{-7}$ ergs, soit environ $\frac{1}{13}$ de l'énergie d'une particule α trouvée par Rutherford.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Diazoaminés de la diphénylamine, dérivés des homologues de l'aniline et des naphtylamines.* Note de MM. **Léo Vignon** et **A. Simonet**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons décrit une série de nouvelles combinaisons diazoaminées dérivant des diazoïques de l'aniline et de ses produits de substitution, calculées avec la diphénylamine (*Comptes rendus,* 2 mai et 10 octobre 1904).

Les homologues de l'aniline se prêtent à la même réaction.

Toluidines. — Nous avons opéré sur les trois bases. Une dissolution aqueuse de nitrite de sodium (1^{mol}) est ajoutée à une dissolution alcoolique de chlorhydrate de toluidine (1^{mol}) et de diphénylamine (1^{mol}); la température du mélange, étant de 15° à l'origine, s'élève au-dessus de 20°, en même temps que la liqueur se colore en brun de plus en plus foncé : au bout de 20 minutes, le mélange se trouble en laissant déposer une huile rougeâtre; après 30 minutes, on précipite par un excès d'eau glacée. Le

diazoaminé obtenu sous forme d'huile est extrait à l'éther. La solution éthérée est desséchée sur le carbonate de potassium sec. Elle abandonne par évaporation le diazoaminé.

Voici les particularités relatives à chaque isomère.

Orthotoluidine. — Rendement : 8g de diazoaminé pour 5g de base *o*-toluidine. Propriétés : huile rouge s'épaississant par le froid et par l'action du temps sans se solidifier, dégage de l'azote par les acides étendus à chaud, très soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau, assez stable.

$CH^3 - C^6H^4 - N^2 - N(C^6H^5)^2$

Analyse.

	Calculé.	Trouvé.
Azote diazoïque	9,73	8,65
» total	14,63	13,89

Métatoluidine. — Poudre rouge brun, soluble dans l'éther et l'alcool, facilement cristallisable dans l'alcool, se décomposant vers 135°-140°.

Analyse.

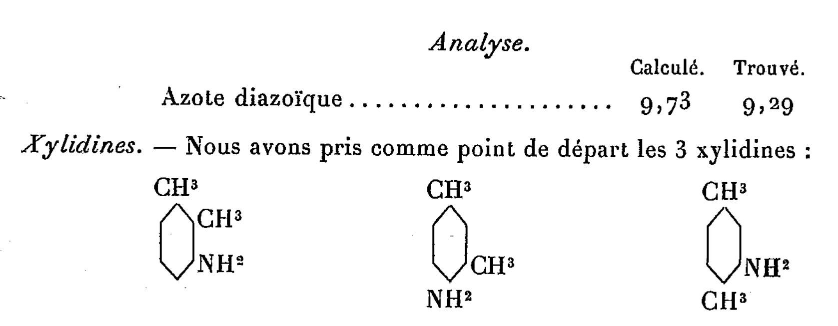
	Calculé.	Trouvé.
Azote diazoïque	9,73	9,75

Paratoluidine. — Huile rouge brun, moins stable que les dérivés précédents, perd de l'azote à la température ordinaire.

Analyse.

	Calculé.	Trouvé.
Azote diazoïque	9,73	9,29

Xylidines. — Nous avons pris comme point de départ les 3 xylidines :



nous avons employé le mode de préparation appliqué aux toluidines. Les résultats obtenus sont moins satisfaisants.

Orthoxylidine. — Le diazoaminé obtenu par évaporation de l'éther est d'abord semi-fluide, devenant complètement liquide à 40°; il devient solide au bout de quelques jours, et ne fond alors que vers 100° à 110°, en se décomposant à 125°; soluble dans l'alcool, moins soluble dans l'éther.

Les résultats analytiques sont :

$(CH^3)^2 - C^6H^3 - N^2 - N(C^6H^5)^2$

Analyse.	Calculé.	Trouvé.
Azote diazoïque	9,3	4,6
» total	13,95	13,19

m.-xylidine. — Réaction beaucoup moins nette qu'avec l'*o.*-xylidine : après 30 secondes de réaction vers 30°-35°, on obtient une huile rouge présentant les propriétés de diazoaminés, mais donnant à l'analyse des nombres très faibles pour l'azote diazoïque.

p.-xylidine. — Aucune réaction ne se produit dans les conditions indiquées, même en chauffant à 50°.

α-naphtylamine. — L'addition d'une solution de nitrite de sodium à une solution aqueuse de chlorhydrate, d'α-naphtylamine et de diphénylamine, donne lieu à la formation de diazoamidonaphtalène, sans que la diphénylamine entre en réaction.

En préparant au préalable le chlorure de diazonaphtalène et en le faisant réagir à 15° sur la diphénylamine en solution alcoolique, on obtient une huile noirâtre, dégageant de l'azote et donnant comme produit de réaction de l'α-naphtol et de la diphénylamine, suivant :

$$\underbrace{C^{10}H^7.N^2.N(C^6H^5)^2}_{(\alpha).} + H^2O = \underbrace{C^{10}H^7.OH}_{(\alpha).} + (C^6H^5)^2NH + N^2.$$

En somme, l'α-naphtyldiazodiphénylamine prend naissance, mais ne peut être isolée à l'état de pureté. La β-*naphtylamine,* préalablement diazotée, se copule dans les mêmes conditions avec la diphénylamine, en fournissant une huile rougeâtre présentant les caractères des diazoaminés. Par contre, les bases suivantes : les 3 monoaminophénols, l'acide *o*-aminobenzoïque et l'acide *o*-aminosalicylique ne fournissent pas de dérivés diazoaminés avec la diphénylamine.

Les résultats sont négatifs quelle que soit la méthode employée, diazotation et copulation simultanée, ou diazotation préalable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Caractérisation des lactones au moyen de l'hydrazine.* Note de MM. **Blaise** et **A. Luttringer**, présentée par M. A. Haller.

Dans le courant des recherches qui ont fait l'objet d'une Note précédente sur la migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques, nous avons eu fréquemment à caractériser des lactones. Après de nombreux essais infructueux, nous avons trouvé un procédé de caractérisation très simple et très sensible et qui, dans tous les cas examinés, nous a fourni les meilleurs résultats. Ce procédé consiste à faire réagir l'hydrate d'hydrazine sur les lactones.

On chauffe, au bain-marie, la lactone avec un léger excès d'hydrate d'hydrazine, jusqu'à ce que toute l'eau ait été éliminée. Par refroidissement, le résidu se prend en une masse cristalline que l'on redissout dans une quantité convenable d'acétate

d'éthyle absolu bouillant. La solution obtenue dépose au bout de peu de temps des cristaux qui résultent de la combinaison d'une molécule de lactone avec une molécule d'hydrazine. Les composés ainsi obtenus sont extrêmement solubles dans l'eau et l'alcool, mais presque insolubles dans l'éther absolu. Ils se dissolvent facilement dans l'acétate d'éthyle absolu à l'ébullition, mais sont peu solubles à froid dans ce dissolvant. Ces dérivés, auxquels nous donnerons le nom d'*hydrazinolactones*, se forment quantitativement et possèdent un point de fusion bien défini, ils sont donc très propres à la caractérisation des lactones. La réaction peut être effectuée avec succès sur quelques décigrammes de matière.

Les hydrazinolactones ne constituent pas, comme on aurait pu le supposer, les hydrazides des acides-alcools correspondant aux lactones, mais bien des produits d'addition résultant de la fixation de la molécule d'hydrazine sur le groupement CO lactonique :

$$\begin{array}{l}O\text{———}\urcorner\\ |\qquad\quad\ \ |\\ C\text{—}\ldots\text{—}C{=}O\end{array} \quad\rightarrow\quad \begin{array}{l}O\text{———}\urcorner\\ |\qquad\quad\ \ |\\ C\text{—}\ldots\text{—}C\!\begin{array}{l}\diagup NH-NH^2\\ \diagdown OH.\end{array}\end{array}$$

Ce fait est mis en évidence par leurs propriétés chimiques, les hydrazinolactones réagissant comme l'hydrazine elle-même, bien que plus lentement, avec régénération de lactone. Il nous semble infiniment probable que les composés qu'on obtient par action de l'ammoniaque sur les lactones (Fittig, *Lieb. Ann.*, t. CCLVI, p. 147), et qui ont été considérés comme des amides d'acides-alcools, répondent au même type (Anschütz, *Lieb. Ann.*, t. CCLIX, p. 142).

L'acide sulfurique dilué, ajouté goutte à goutte et à 0° dans la solution aqueuse d'une hydrazinolactone, donne un précipité de sulfate d'hydrazine. La benzaldéhyde, au bout de quelques heures d'agitation mécanique, fournit de la benzalazine. L'isocyanate de phényle, en présence d'acétate d'éthyle absolu comme dissolvant, donne de l'hydrazodicarbonanilide. Cette dernière, chauffée lentement, fond à 245° (Burkhardt, *J. f. pr. Ch.*, t. LVIII, p. 223), mais en se décomposant et, en réalité, le point de fusion est certainement beaucoup plus élevé. Dans toutes les réactions précédentes, il y a régénération de la lactone et ces réactions démontrent que les hydrazinolactones ne sauraient être considérées comme des hydrazides. Nous mentionnerons enfin que les hyhydrazinolactones, chauffées vers 200°, se dissocient lentement avec mise en liberté d'hydrazine. La dissociation se produit avec une grande lenteur et les hydrazinolactones possèdent par suite une assez grande stabilité.

La méthode de caractérisation que nous venons d'indiquer a été vérifiée sur un certain nombre de lactones dont les unes sont déjà connues et les autres nouvelles. L'origine de ces dernières sera indiquée dans un Mé-

moire détaillé : Hydrazino-γ-méthylbutyrolactone

$$\begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\quad}\\ CH^3-CH-CH^2-CH^2C(OH)NH-NH^2,\end{array}$$

très peu soluble dans l'acétate d'éthyle, même à chaud, F : 61°-62°. Hydrazino-αγ-diméthylbutyrolactone

$$\begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}\\ CH^3-CH-CH^2-CH(CH^3)-C(OH)NH.NH^2,\end{array}\qquad F : 115°.$$

Hydrazino-βγ-diméthylbutyrolactone

$$\begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}\\ CH^3-CH-CH(CH^3)-CH^2-C(OH)NH.NH^2,\end{array}\qquad F : 96°\text{-}97°.$$

Hydrazino-α-méthyl-γ-éthylbutyrolactone

$$\begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}\\ C^2H^5-CH-CH^2-CH(CH^3)-C(OH)NH.NH^2,\end{array}\qquad F : 124°.$$

Hydrazino-α-méthyl-γ-*n*-amylbutyrolactone

$$\begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}\\ C^5H^{11}-CH-CH^2-CH(CH^3)-C(OH)NH.NH^2,\end{array}\qquad F : 116°.$$

La méthode s'applique également à la caractérisation des lactones δ. Il est bon de remarquer seulement que, dans le cas de certaines lactones δ tertiaires, il peut être nécessaire d'évaporer deux ou trois fois au bain-marie avec l'hydrate d'hydrazine. Hydrazino-α-méthyl-δ-*n*-butylvaléro-

$$\text{lactone}\; \begin{array}{l}\quad\;\; \overbrace{\text{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad}\\ C^4H^9-CH-CH^2-CH(CH^3)-C(OH)NH-NH^2,\end{array}\qquad F : 76°.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le menthone dérivé des hexahydrothymols;* Note de M. **Léon Brunel**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 252) j'ai étudié deux alcools stéréo-isomères, les thymomenthols, provenant, l'un de l'hydrogénation directe du thymol, le second de l'isomérisation du

précédent sous l'influence des acides. La présente Note a pour objet l'étude de l'acétone obtenu par oxydation de ces deux alcools. J'ai en effet signalé que les deux thymomenthols donnaient naissance au même *thymomenthone* et que, par suite, l'isomérie portait sur la fonction alcoolique.

Le thymomenthone a été obtenu par oxydation chromique des thymomenthols. Pour le préparer on ajoute au thymomenthol en liqueur acétique une solution d'acide chromique dans l'acide acétique. Le réactif oxydant est pris en quantité exactement nécessaire. La réaction doit se faire à basse température aux environs de 0°; si la liqueur s'échauffe l'oxydation dépasse le but. On doit de plus ajouter le réactif chromique par petites portions et attendre la complète action d'une portion avant d'ajouter la suivante. La réaction achevée, la liqueur acétique est versée dans de l'eau saturée de sulfate de sodium. Le thymomenthone peu soluble dans ces conditions vient surnager. On le sépare par décantation et l'on épuise la liqueur aqueuse par des agitations avec l'éther. Les liquides contenant l'acétone sont réunis et agités avec une solution concentrée de carbonate de potassium pour enlever l'acide acétique dissous. On lave ensuite à l'eau et l'on sèche sur le sulfate de sodium anhydre. L'acétone est séparé par distillation en recueillant ce qui passe à 212°-213°.

Le *thymomenthone* $C^{10}H^{18}O$ est un liquide mobile, incolore, d'odeur et de saveur identiques à celles du menthone naturel, de densité 0,911 à 0°, bouillant sans altération à 212° sous pression normale, ne cristallisant pas à — 10°. Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique.

Hydrogéné par le sodium en solution alcoolique ou au moyen du nickel et de l'hydrogène, le thymomenthone donne naissance au β-thymomenthol cristallisé. Cette formation du β-thymomenthol à partir du thymomenthone explique pourquoi la préparation de l'α-thymomenthol doit être faite aux environs de 160°. En effet, en hydrogénant le thymol à température plus haute, l'α-thymomenthol qui se forme dans la partie antérieure du tube subit la réaction catalytique secondaire déjà signalée qui le dédouble en thymomenthone et hydrogène. Plus avant dans le tube le thymomenthone est par l'excès d'hydrogène transformé en β-thymomenthol. De telle sorte qu'en opérant au-dessus de 160° on obtient un mélange formé des deux stéréo-isomères et de thymomenthone, mélange d'autant plus riche en dérivé β que la température est plus élevée.

Le thymomenthone ne se combine pas aux bisulfites alcalins. Il donne des combinaisons cristallisées avec la semicarbazide et l'hydroxylamine.

La *thymomenthonesemicarbazone* $C^{10}H^{18} = N - NH - CO - NH^2$, obtenue en mettant en contact, à froid, une solution aqueuse concentrée d'acétate de sodium et de chlorhydrate de semicarbazide avec le thymomenthone, cristallise en aiguilles incolores, inodores, qui, après recristallisation dans l'alcool méthylique, fondent à 159°.

La *thymomenthonoxime* $C^{10}H^{18} = N - OH$ a été préparée par l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur le thymomenthone, en présence de soude en solution alcoolique. Après chauffage et évaporation du solvant, l'oxime est extraite à l'éther et

cristallisée dans l'alcool. Elle se présente en petites aiguilles incolores et elle fond à 80°.

Réduite en solution alcoolique par le sodium, cette oxime donne naissance à une *thymomenthylamine*. On isole celle-ci en saturant la liqueur alcoolique d'acide chlorhydrique, évaporant à sec, reprenant par une petite quantité d'eau, ajoutant de la lessive de soude en léger excès et extrayant à l'éther. La menthylamine est séparée de la liqueur éthérée par distillation.

La *thymomenthylamine* $C^{10}H^{19}NH^2$ est un liquide incolore, d'odeur forte, désagréable, bouillant à 208° sous pression normale, se carbonatant rapidement à l'air, donnant avec les acides des sels définis et notamment un picrate cristallisé en belles aiguilles jaunes, peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, fusible comme le picrate de menthylamine actif (1) à 168°-169°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétal bromé*. Note de MM. **P. Freundler** et **Ledru**, présentée par M. H. Moissan.

Le *bromacétal* $CH^2Br.CH\begin{cases}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{cases}$ a été préparé d'abord par M. Pinner (2) par bromuration directe de l'acétal. Cette méthode, qui fournit de mauvais rendements, a été perfectionnée quelque peu par M. E. Fischer (3) qui, opérant en présence de carbonate de chaux, obtint, en acétal bromé, la moitié du poids de l'acétal mis en réaction.

Ayant reconnu que les eaux de lavage du bromacétal préparé par ce dernier procédé renfermaient beaucoup d'aldéhyde bromacétique et que, de plus, il ne se formait pas de produits bromés supérieurs, nous avons supposé que ces rendements médiocres étaient causés par la saponification de l'acétal bromé; cette saponification se produisant lorsqu'on laisse la température remonter au-dessus de 0° et que l'acide carbonique commence à se dégager. Nous avons donc cherché à restreindre cette décomposition et à régénérer ensuite une partie de l'acétal en acétalisant après coup l'aldéhyde bromacétique.

Le problème a été résolu d'une façon assez satisfaisante en soumettant le mélange d'acétal bromé et de carbonate de chaux à une agitation mécanique constante, pendant plusieurs heures, et en traitant ensuite le produit brut par un excès d'alcool bromhydrique à 2,5 pour 100. Dans ces conditions, 100 parties d'acétal fournissent environ 115 parties de dérivé bromé, bouillant à 81°-82° sous 27^{mm}-28^{mm}.

---

(1) Martine, *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. III, p. 130.

(2) *Berichte*, t. V, p. 149.

(3) *Berichte*, t. XXV, p. 2551.

Nous avons isolé également des résidus de cette préparation une petite quantité d'un produit liquide, bouillant à 135°,5-136°,5 sous 12^{mm}-13^{mm}; cette substance est probablement un polymère de l'aldéhyde bromacétique, car elle se dissocie peu à peu à la température ordinaire en régénérant ce dernier composé.

L'acétal étant un produit assez coûteux, nous avons cherché à préparer son dérivé bromé en partant de la paraldéhyde, et nous y avons réussi en opérant de la façon suivante :

La paraldéhyde sèche est bromée entre −5° et 0° à l'agitateur mécanique; le liquide rouge foncé et limpide ainsi obtenu est ensuite additionné d'alcool absolu en excès, puis versé après 12 heures sur de la glace et du carbonate de potasse. L'huile qui se sépare est décantée, séchée et fractionnée dans le vide. On obtient ainsi, en bromacétal, environ deux fois le poids de la paraldéhyde.

Le produit accessoire le plus important qui se forme dans cette réaction est l'*aldéhyde tétrabromobutyrique*, $CH^2Br.CHBr.CBr^2.CHO$, sur laquelle nous reviendrons.

Un procédé analogue nous a permis de préparer le *bromacétal méthylique* $CH^2Br.CH\left\langle\begin{matrix}OCH^3\\OCH^3\end{matrix}\right.$; ce dernier se présente sous la forme d'un liquide mobile, presque inodore, bouillant à 53°,5-54° sous 21^{mm}.

L'acétal bromé échange assez facilement son atome de brome en milieu alcalin contre un résidu aminé, hydroxylé ou alcoyloxylé. En milieu neutre ou acide, il se montre, au contraire, peu apte à fournir des condensations intéressantes. C'est grâce à cette stabilité du brome en position α que l'aldéhyde bromacétique a pu être acétalisée par l'alcool bromhydrique faible sans qu'il se fasse d'acétal éthoxy-acétique; on sait que l'aldéhyde α.β-dibromopropionique est transformée dans les mêmes conditions en acétal β-éthoxy-α-bromopropionique.

Vis-à-vis des métaux, l'acétal bromé se comporte d'une façon tout à fait curieuse, qui a été signalée déjà par M. Wislicenus ([1]) à propos de l'acétal chloré et du sodium.

Lorsqu'on chauffe, par exemple, le bromacétal avec du magnésium en poudre, on ne constate aucune réaction au-dessous de 110°-115°. A cette température, il se produit une décomposition extrêmement brutale, qui donne naissance à de l'oxyde d'éthylevinyle, à du bromure et à de l'éthylate de magnésium

$$2CH^2Br.CH\left\langle\begin{matrix}OC^2H^5\\OC^2H^5\end{matrix}\right. + 2Mg = 2CH^2 \equiv CH - OC^2H^5 + MgBr^2 + Mg(OC^2H^5)^2.$$

([1]) *Ann. Chem.*, t. CXCII, p. 106.

Si l'on continue à chauffer, le peu d'acétal bromé non décomposé réagit sur l'éthylate en se transformant en éthoxy-acétal

$$2CH^2Br.CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5} + Mg\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5} = 2C^2H^5O.CH^2.CH\langle{}^{OC^2H^5}_{OC^2H^5} + MgBr^2.$$

Lorsqu'on opère en présence d'éther en vase ouvert, il n'y a pas réaction, la température ne pouvant atteindre 110°; en vase clos, la décomposition est si violente qu'elle provoque l'explosion du tube ou du matras dans lequel on opère.

Nous avons réussi cependant, en employant des quantités de substances très faibles et en chauffant longtemps à 107°-108°, à obtenir une solution éthérée brune qui renfermait, à côté du bromure de magnésium, un peu du dérivé organo-magnésien du bromacétal. En effet, en traitant cette solution par l'eau, on a obtenu une petite quantité d'acétal. Dans tous les cas, cette formation de dérivé magnésien n'est qu'accessoire et ne peut être utilisée pratiquement.

Nous avons échoué également en essayant de faire agir l'acétal bromé sur une cétone en présence de magnésium ou de le condenser avec un dérivé magnésien tel que celui du benzène bromé; nous avons enfin tenté avec le même insuccès de condenser le bromacétal avec l'éther acétylacétique sodé.

Si l'on opère en présence d'alcool à 110°, en vase clos, on obtient de l'éthoxy-acétal et de l'acide déhydracétique; si, au contraire, la réaction est effectuée avec le dérivé sodé sec, en solution xylénique, à 150°, l'acétal bromé n'est sensiblement pas altéré. Ces résultats sont du même ordre que ceux que M. Hesse (1) a obtenus avec les dérivées iodé et chloré correspondants.

Nous poursuivons actuellement l'étude des aldéhydes acétiques mono- et dibromées qui paraissent se prêter à des synthèses intéressantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur la réaction de la diphénylamine avec l'acide nitrique.* Note de M. **Isidore Bay**. (Extrait.)

Le sulfate de diphénylamine donne, comme on le sait, avec l'acide nitrique, une coloration bleue intense, et cette réaction, très sensible, est regardée comme caractéristique de cet acide. En réalité, cette coloration se produit avec un grand nombre d'agents oxydants et même après un certain temps d'exposition à l'air. La diphénylamine et, plus généralement, les amines aromatiques donnent, par oxydation, des produits fortement

(1) *Berichte*, t. XXX, p. 1442.

colorés. On pourrait donc regarder ces amines comme jouant le rôle de véritables leucobases par rapport à leurs produits d'oxydation, série nouvelle de matières colorantes que nous nous proposons d'étudier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antiseptiques de certaines fumées et sur leur utilisation.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. E. Roux.

En poursuivant les études que j'ai entreprises sur la présence de l'aldéhyde méthylique dans les fumées (¹) et qui ont établi que cette aldéhyde se formait dans toutes les combustions usuelles, je suis arrivé à la constatation de faits intéressants qui font l'objet de cette Note.

Il était à prévoir que les dépôts de fumées devaient contenir de l'aldéhyde formique à l'état polymérisé. C'est, en effet, ce que j'ai observé en analysant quelques suies.

Proportions de formaldéhyde contenues dans quelques suies.

Origine des suies.	Pour 1^{kg} de suie.
Cheminée d'appartement (origine de la cheminée)..	$3^g,300$ évaluées en CH^2O
» (extrémité »)..	2,800 »
Cheminée d'usine (origine de la cheminée)........	3,500 »
» (extrémité »)........	3,400 »

La première conséquence qui découle de l'ensemble de ces résultats est la constatation que j'ai faite de la présence de l'aldéhyde formique dans l'atmosphère des villes. Les expériences suivantes ont été faites dans le quartier de l'Institut Pasteur à Paris et, dans la banlieue, à Courbevoie.

Tableau indiquant les doses d'aldéhyde formique trouvées dans 100^{m^3} *d'air.*

1° Institut Pasteur (prise d'air sur le toit)......................	$0^g,024$
2° Id. (id. à mi-hauteur face est du bâtiment).	0,031
3° Courbevoie (prise d'air sur un toit)........................	0,055

Ainsi se trouve expliquée la présence de l'aldéhyde formique qui avait été déjà signalée dans l'atmosphère de Paris par MM. Albert Lévy et Henriet (²). Les expériences entreprises par ces savants en se plaçant loin des

(¹) *Comptes rendus,* 20 juin et 7 novembre 1904.

(²) *Comptes rendus* et *Annales de l'Observatoire municipal,* t. II, p. 295.

villes ayant démontré l'absence de l'aldéhyde formique, ils ont conclu comme moi que la présence de ce corps dans l'air devait être attribuée aux fumées.

Mais l'intérêt principal de cette Note réside surtout dans la constatation que j'ai faite que les matières sucrées, les racines riches en saccharose et certaines résines pouvaient, sous l'influence de la chaleur, dégager des quantités considérables d'aldéhyde formique.

Doses d'aldéhyde formique dégagées par le sucre et par certaines substances (pour 1kg en substance sèche).

Substances.	Combustion à l'air.	Combustion dans un foyer à parois métalliques.
Sucre raffiné	5g,200	30g,000
Pastinaca sativa	2,850	26,000
Baies de genièvre	3,150	38,000
Benjoin	2,000	

Comme on le voit, la combustion du sucre, surtout si l'on se place dans des conditions favorables en utilisant les propriétés catalytiques dues au voisinage de parois métalliques chaudes, est une véritable source d'aldéhyde formique.

Ce sont précisément ces substances dont la combustion a été recommandée dès la plus haute antiquité comme procédé d'assainissement. La coutume de brûler des racines contenant du saccharose, des baies de genièvre et des racines, en temps d'épidémie, remonte à Hippocrate : elle s'est généralisée, comme on le sait, jusqu'au siècle dernier (1).

Pour nos ancêtres, la notion de la désinfection semble avoir été intimement liée avec celle de la désodorisation : comme je l'ai fait ressortir antérieurement, la formaldéhyde possède cette propriété de former des composés inodores non seulement avec l'hydrogène sulfuré et ses dérivés les mercaptans, mais aussi avec les amines de la série grasse et le scatol. Guidés par l'observation fondée sur la disparition de la mauvaise odeur, ils se sont ainsi adressés, dans les cas d'épidémie, aux substances qui dégageaient le plus d'aldéhyde formique. On peut même prétendre que par ces pratiques ils ont pu parfois obtenir sinon une désinfection, dans le sens que nous attribuons aujourd'hui à ce mot, du moins une atténuation dans la propagation des épidémies.

(1) Guyton de Morveau, *Traité des moyens de désinfecter l'air*, 1805, p. 153.

J'ai étudié la composition et les propriétés antiseptiques des fumées du sucre. A côté de l'aldéhyde formique, l'analyse a révélé la présence de l'acétone, des alcools méthylique et éthylique, de l'acide acétique, de l'essence d'amandes amères et de divers dérivés phénoliques.

Ces substances, notamment l'acétone et l'acide acétique, agissent probablement comme agents favorisants en retardant la polymérisation de la formaldéhyde. C'est ce qui explique les résultats suivants qui ont trait à la détermination des doses microbicides des fumées d'un poids donné de sucre.

Stérilisation d'objets contaminés soumis à l'action des vapeurs provenant de la combustion de 2g de sucre sous une cloche de 12l.

Germes.	Nombre d'objets contaminés.	Après 30 min.	Après 1 heure.	Après 4 heures à 40°.
Coli-bacille.........	10	Stérilisation.	»	»
Bacille typhique.....	5	Id.	»	»
Charbon...........	12	Id.	»	»
Vibrion cholérique..	5	Id.	»	»
Staphyloccoque doré.	8	Non stérilisé.	Stérilisation.	»
Subtilis............	8	Non stérilisé.	Non stérilisé.	Stérilisation.

Pour connaître l'utilisation que l'on pourra tirer de l'application de ces résultats au point de vue d'un procédé pratique de désinfection, j'ai institué à l'Institut Pasteur une série d'expériences dans des locaux d'une capacité d'environ 100^{m^3}.

En résumé, la démonstration de la présence constante de la formaldéhyde dans les parties gazeuses ou solides des fumées explique donc le rôle de celles-ci dans une foule de circonstances [1]. Au point de vue de l'hygiène, il était intéressant de faire ressortir que les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde avaient été utilisées bien avant que l'on eût isolé et étudié ce corps.

---

(1) *Revue d'hygiène et de police sanitaire,* 20 février 1905. J'ai fait aussi ressortir le rôle de la formaldéhyde dans la fumaison des viandes.

PHYSIOLOGIE. — *Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogène.* Note de MM. **M. Doyon**, **A. Morel** et **N. Kareff**, présentée par M. Dastre.

I. L'intoxication subaiguë des chiens par l'huile phosphorée détermine : *a.* la dégénérescence graisseuse du foie, *b.* la disparition du fibrinogène du plasma sanguin; *c.* l'incoagulabilité du sang.

II. Les modifications du sang dépendent étroitement des lésions hépatiques. Plus la dégénérescence graisseuse est accusée, moins il y a de fibrogène. Lorsque le plasma ne contient plus ou presque plus de fibrinogène, le sang est absolument incoagulable. Lorsque le plasma contient encore une quantité appréciable de fibrinogène, il se forme un caillot, mais le caillot se désagrège et se dissout en partie à la moindre agitation. Chez le coq nous n'avons pas réussi à provoquer par le phosphore la dégénérescence graisseuse du foie, même au bout de 4 semaines; et alors le plasma contenait une quantité très abondante de fibrinogène et le sang coagulait pour ainsi dire instantanément.

III. Si l'on sacrifie les chiens intoxiqués, immédiatement après une saignée d'essai, donnant un sang incoagulable, jamais on ne trouve de caillots, ni dans la veine porte, ni dans tout autre vaisseau, ni dans le cœur. L'incoagulabilité ne peut donc s'expliquer par une défibrination du sang préalablement produite dans l'organisme. A la vérité, si l'autopsie est faite un certain temps après la mort provoquée par le phosphore, on peut trouver des caillots dans le cœur et les vaisseaux, lorsque le sang contenait encore une quantité appréciable de fibrinogène.

IV. Le fait que le sang peut rester liquide dans l'intoxication phosphorée a été signalé très anciennement. Corin et Ansiaux ont vu que le plasma, dans ces conditions, ne contient plus de fibrinogène. Mais ces auteurs estiment que le fait dépend principalement de lésions intestinales, tandis qu'en réalité l'incoagulabilité dépend des seules lésions hépatiques. Les modifications du sang provoquées par un sérum hépatotoxique spécifique sont, à cet égard, très démonstratives. MM. Doyon et Petitjean ont vu que ce sérum, altérant pour le foie, rendait le sang incoagulable. Les expériences que nous publions aujourd'hui viennent à l'appui de cette conclusion.

V. Le Tableau suivant résume quelques-uns de nos résultats. Nous avons administré tous les jours par l'estomac [1], à une série de chiens, 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'une huile phos-

(1) L'intoxication sous-cutanée provoque les mêmes effets.

phorée à 1 pour 100. Avant la première ingestion, on pratiquait une saignée de 50^{cm^3}; le sang était recueilli sur $0^g,3$ de fluorure, centrifugé, le fibrinogène dosé dans le plasma suivant la méthode de Reye. Une seconde saignée était pratiquée lorsque l'état de l'animal faisait prévoir une mort prochaine. Dans quelques cas, on a pratiqué une saignée à une période intermédiaire; l'augmentation passagère de fibrinogène, constatée à ce moment, est la conséquence de la première saignée, comme l'indiquent les résultats obtenus sur deux chiens témoins auxquels on n'a pas donné de phosphore.

Survie en jours et dates des analyses	Quantité de fibrinogène en grammes pour 1000^{cm^3} de plasma.										Pour 100 de foie frais.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Extrait éthéré.	Lécithines.
Chien de $5^{kg},930$	6,28	»	»	1,85	»	»	»	»	»	»	15,0	8,80
Chien de $7^{kg},700$	3,43	»	»	»	»	0,84	»	»	»	»	17,20	10,27
Chien de 6^{kg}	3,80	»	5,9	»	»	»	0,75	»	»	»	20,30	10,35
Chien de $5^{kg},380$	4,0	»	»	»	5,3	»	»	»	»	0,62	23,11	10,37
Témoins: Chien de $6^{kg},700$	4,25	»	6,6	»	»	»	»	»	»	»		
Témoins: Chien (soumis au jeûne) de 7^{kg}	4,60	»	9,0	»	»	»	»	»	»	»		
Coq de 4^{kg} mort après avoir reçu, pendant 4 semaines, $0^{cm^3},25$ à $0^{cm^3},5$ d'huile phosphorée à 1 pour 100 sous la peau	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5,50	2,44

PHYSIOLOGIE. — *Durée des processus d'excitation pour différents muscles.* Note de M. et Mme L. Lapicque, présentée par M. Dastre.

Dans des recherches communiquées antérieurement à l'Académie [1] nous avons étendu à des muscles lents pris sur des invertébrés la loi d'excitation électrique trouvée par G. Weiss sur le gastrocnémien de la grenouille, muscle rapide. Pour tous les tissus étudiés, l'intensité du courant nécessaire pour produire un effet physiologique donné (contraction minima) varie avec la durée du passage. En appelant t cette durée, l'intensité I est donnée en fonction de t par la formule $I = \frac{\alpha + \beta t}{t + \gamma}$, α, β, γ étant trois constantes.

L'excitabilité d'un muscle donné dans des conditions données est déterminée complètement quand on connaît ces trois constantes et elle ne peut être complètement exprimée d'une autre manière. Mais il y a, pensons-

(1) *Comptes rendus*, 11 mai et 15 juin 1903.

nous, intérêt à exprimer d'une façon moins abstraite la grandeur des temps qu'il faut considérer dans les divers cas.

En effet, dans la formule ci-dessus, on voit que, lorsque t devient infiniment grand, I tend vers une valeur constante qui est β; lorsque t est très grand, I est très peu différent (en plus) de β et varie très peu avec t.

Qu'est-ce que *très grand* veut dire pratiquement ?

Nous allons montrer que l'on peut, pour chaque tissu, calculer un temps absolu qui est, pour les processus d'excitation de ce tissu, le module de la durée et qui le caractérise par rapport aux autres.

Pour simplifier, nous pouvons nous contenter ici de la formule de Weiss $I = \frac{a}{t} + b$; nous avons été obligés de corriger cette formule et d'y ajouter une troisième constante pour traduire avec exactitude les résultats des excitations très courtes sur les muscles lents. Quand t est un peu grand (par rapport au module dont nous parlons), on obtient une approximation suffisante avec deux constantes.

Weiss a déjà indiqué que le rapport de ces deux constantes $\frac{a}{b}$ varie quand on passe d'un muscle à un autre : qu'il augmente quand on passe du gastrocnémien de la grenouille au gastrocnémien du crapaud. Nous avons nous-mêmes montré des variations bien systématiques de ce rapport suivant la vitesse de contraction des muscles de la grenouille, soit que l'on compare entre eux deux muscles différents, soit que l'on échauffe ou refroidisse un muscle donné. Ce rapport est donc en relation avec ce qu'Engelmann a appelé le *temps physiologique* d'un tissu. C'est cette notion que nous voulons préciser.

a est une quantité; b est une intensité; $\frac{a}{b}$ est donc un temps. Faisant $t = \frac{a}{b}$ et portant dans la formule, on trouve $I = 2b$; on trouve aussi, en faisant le calcul, que pour cette durée l'énergie dépensée par l'excitation correspondant au seuil passe par le minimum sur lequel divers auteurs ont insisté. Nous avons pensé d'abord à caractériser, au point de vue du temps, l'excitabilité d'un tissu par cette durée pour laquelle l'énergie d'excitation est minima. Mais nous avons trouvé ensuite, dans les expériences où nous avons été obligés d'introduire un terme de correction à la formule de Weiss, que le minimum d'énergie n'existe pas toujours en fait. En outre, pour ces durées il arrive que la correction atteigne et dépasse 10 pour 100; on ne pourrait donc pas se servir en général de la formule à deux constantes seulement.

Prenons $T = 10\frac{a}{b}$. La correction la plus forte que nous ayons trouvée serait alors de l'ordre du centième, c'est-à-dire négligeable par rapport à la précision des expériences. I devient égal à $1,1b$; l'intensité est arrivée au voisinage de sa limite et, si l'on cherche expérimentalement, à partir de cette durée d'excitation T, comment doit varier l'intensité pour se trouver toujours au seuil avec des durées $2T$, $3T$, ..., $10T$, les valeurs correspondantes devant être respectivement $1,05b$; $1,03b$, ..., $1,01b$, la variation échappera vraisemblablement à l'observation et il paraîtra que la durée de passage du courant ne doit pas entrer en ligne de compte. Au contraire pour $\frac{T}{2}$, $\frac{T}{3}$, ..., $\frac{T}{10}$, les valeurs devront être $1,2b$; $1,3b$, ..., $2b$; la variation sera apparente et rapidement considérable.

$T = 10\frac{a}{b}$ peut donc être pris comme la durée d'excitation au delà de laquelle l'intensité correspondant au seuil ne varie plus que d'une manière pratiquement insensible.

Voici, *en millièmes de seconde*, les valeurs de T que nous pouvons tirer de nos expériences :

Gastrocnémien de grenouille (*Rana esculenta*)...........	3
Gastrocnémien de grenouille (*Rana temporaria*).........	7
Droit antérieur de l'abdomen (*Rana esculenta* ♂)........	9
Gastrocnémien de crapaud (*Bufo vulgaris*)..............	13
Pied de l'escargot (*Helix pomatia*).....................	48
Pied du couteau (*Solen marginatus*)...................	75
Cœur (ventricule) de tortue (*Testudo græca*)...........	82
Pince de crabe (*Carcinus mœnas*)......................	300
Manteau d'aplysie (*Aplysia punctata*)..................	800

Ces valeurs sont les moyennes de celles que nous avons obtenues; il y a, bien entendu, des variations individuelles. Or, quelques-unes de nos séries sont très peu nombreuses. D'autre part, il y aurait lieu de tenir un compte exact de la température; notamment, nous devons signaler que les expériences sur le *Solen*, le crabe et l'aplysie ont été faites toutes à quelques degrés plus bas que la généralité des autres expériences. Ces réserves ne touchent en rien l'ordonnance générale de ce Tableau de comparaison. Nous rappelons qu'il est exclusivement question ici du seuil de l'excitation.

On voit par ces exemples que la loi d'excitation, toujours la même, pourra se présenter à l'expérience sous des allures totalement différentes suivant l'objet choisi. Un centième de seconde qui apparaît à l'imagination comme un temps très court est, en fait, presque infiniment long pour le

gastrocnémien de la grenouille. On s'explique ainsi très bien que du Bois-Reymond, étudiant exclusivement ce muscle, ait nié complètement l'influence de la durée de l'excitation, tandis que Fick et Engelmann, portant leurs investigations sur des muscles lents, ont été amenés à faire de cette durée un élément essentiel de la loi d'excitation.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'indépendance anatomique et fonctionnelle des lobes du foie*. Note de M. **H. Sérégé**, présentée par M. Dastre.

Des raisons anatomiques, physiologiques, anatomo-pathologiques et cliniques plaident en faveur de l'indépendance des lobes du foie.

1° *Argument anatomique :*

Si l'on injecte une des branches de bifurcation de la veine porte, ou un canal hépatique, ou une veine sus-hépatique avec une solution de bleu de méthylène, la coloration est limitée à un seul lobe et permet d'établir les limites réelles de chaque foie, formées par une ligne fictive allant de l'incisure biliaire à l'embouchure des veines sus-hépatiques. On voit ainsi que le lobe carré fait intégralement partie du foie gauche.

L'indépendance anatomique, affirmée par Glénard en 1895, par Wertheimer et Lepage en 1896 est donc complète. Secondairement, elle pose le problème de l'indépendance fonctionnelle à la solution duquel nous nous sommes particulièrement attaché.

2° *Physiologiquement* cette indépendance est démontrée :

a. Par *l'existence d'un double courant sanguin dans la veine porte.* — Si l'on injecte dans une veinule de l'intestin grêle une goutte d'encre de Chine, on retrouve les particules colorées dans le foie droit; si, au contraire, on fait pareille opération dans la veine splénique, on les retrouve dans le foie gauche.

Ce double courant est donc orienté, l'un, du territoire de la veine grande mésaraïque vers le foie droit; l'autre, de celui de la veine splénique et de la petite mésaraïque réunis vers le foie gauche. Le sang issu de ces régions ne se mélange pas dans le parcours du tronc porte. La veine porte, virtuellement double, permet ainsi l'accouplement du foie gauche avec l'estomac, la rate et la partie terminale du gros intestin et celui du foie droit avec l'intestin grêle et la première partie du gros intestin.

b. Par l'étude de la fonction uréopoïétique :

Si l'on recherche la teneur de chaque foie en urée, en rapport avec les phases de la digestion, on trouve que la teneur du foie gauche est supérieure à celle du foie droit jusqu'à la IIIe heure de la digestion; à partir de ce moment, le foie droit renferme

beaucoup plus d'urée que le foie gauche jusqu'au repas suivant. — A l'état de jeûne, la même quantité d'urée existe dans chaque foie. — Comme corollaire, la courbe de l'élimination horaire de l'urée par les urines est parallèle à celle de la teneur de chaque foie en urée, ainsi que nous l'avons constaté.

c. Par l'étude de la fonction glycogénique :

Si l'on dose par la méthode de Frenkel, dans des conditions parallèles, la quantité de glycogène que retient chaque foie aux divers moments de la digestion, on trouve que le glycogène est en quantité supérieure à gauche jusqu'à la IIIe ou la IVe heure. De la IVe à la Xe heure, au contraire, il est en plus grande abondance à droite. Mais, si l'on poursuit l'analyse, on est surpris de voir qu'il redevient plus abondant dans le foie gauche, à partir de la XIIe heure, pendant le jeûne même prolongé et jusqu'au repas suivant.

Ces résultats inattendus ne permettent pas d'établir nettement la courbe des variations glycogéniques de chaque foie en rapport avec les phases digestives. Comment les interpréter?

d. Par l'existence de conditions de circulation spéciales à chaque foie :

Si l'on mesure la valeur de l'angle d'abouchement de chaque veine sus-hépatique dans la veine cave, on trouve pour le lobe médian une valeur de 15°-20°; pour le foie droit, cette valeur ne dépasse pas 55°; pour le foie gauche, elle peut aller jusqu'à 115°.

Il est aisé dès lors d'en déduire que l'aspiration thoracique qui règle la circulation du foie ne se fait pas uniformément sentir dans tout l'organe; conséquemment la vitesse de circulation du sang de chaque foie peut être différente.

e. Mesure de la vitesse de la circulation du sang dans le foie droit et le foie gauche. (En collaboration avec le Dr E. Soulé, préparateur du professeur Jolyet.)

Si l'on mesure le temps de passage à travers chaque foie d'une solution de ferrocyanure de potassium, en inscrivant électriquement sur un cylindre enregistreur préalablement chronométré, d'une part le moment de l'injection du réactif, d'autre part le début, la durée et la fin de chaque prise de sang faite par la jugulaire au moyen d'une sonde introduite dans la veine cave inférieure; si l'on élimine toutes les causes d'erreurs possibles dues à la lobulation du foie du chien et que l'on multiplie les expériences, on peut, en les groupant, établir les trois points suivants :

	Après l'injection. — Foie	
	droit.	gauche.
Début du passage	8^s-10^s	18^s
Maximum	10^s-31^s	32^s-59^s
Fin	45^s	96^s

La moyenne de ces chiffres, pour une même expérience, est équivalente aux chiffres classiques donnés par MM. Jolyet et Rosapelli.

Ces résultats, qui accusent une vitesse de circulation du sang différente pour chaque foie, fournissent une explication rationnelle des variations glycogéniques rapportées plus haut.

3° L'*anatomie pathologique* aussi confirme cette indépendance. Il nous a été permis, en effet, de trouver dans les archives médicales, sans compter nos observations personnelles, nombre d'observations d'autopsies où des lésions primitives, nettement localisées à un seul point du territoire intestinal, avaient déterminé des lésions secondaires du foie correspondant au territoire porte envahi.

4° La *clinique* enfin, bien avant l'expérimentation, avait affirmé l'indépendance des lobes du foie. Fr. Glénard, en effet, dès 1890, décrivait les hypertrophies monolobaires hépatiques du diabète, de l'alcoolisme, de la lithiase biliaire, difficiles à expliquer sans accorder à chaque foie une individualité propre. Nous avons pu nous-même, en 1903, montrer l'influence manifeste du foie gauche sur la pathogénie des gastrites dites primitives.

Ces premières recherches sont suffisantes, croyons-nous, pour nous permettre, d'ores et déjà, de conclure à l'indépendance anatomique et fonctionnelle des lobes du foie.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale des relations entre la pression artérielle et la ventilation pulmonaire dans l'anesthésie par le chloroforme. La polypnée est une cause déterminante des accidents de la chloroformisation.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

J'ai montré, dans une Note précédente, que les propriétés d'un même mélange anesthésique varient chez un même animal suivant la valeur de sa ventilation pulmonaire.

Ainsi, un mélange titré de chloroforme à 4 pour 100, qui n'est pas anesthésique avec une ventilation pulmonaire normale, peut devenir anesthésique s'il survient une période de polypnée violente, et provoque une intoxication profonde et dangereuse si l'on exagère artificiellement de façon considérable la ventilation pulmonaire. Dans la présente Note, j'étudie les relations qui existent chez le chien entre la ventilation pulmonaire et la pression artérielle dans l'anesthésie par le chloroforme et j'en ai tiré les conclusions pratiques qui en résultent.

Les propositions qui découlent de mes expériences et les faits qui justifient ces propositions sont résumés ci-après :

1. *L'augmentation passagère de la pression artérielle qui se produit au début de la période d'excitation du chloroforme n'est pas due, au moins dans la plupart des cas, à une vaso-constriction périphérique, mais à l'influence connue de l'exagération du rythme et de l'augmentation de l'amplitude des mouvements respiratoires sur la pression artérielle.*

Cette conclusion résulte de l'examen de graphiques de la pression artérielle et des mouvements respiratoires pris simultanément chez le chien. Cet examen montre :

1° Que l'augmentation de pression manque souvent;

2° Qu'elle débute toujours exactement avec la période de polypnée;

3° Qu'elle débute plutôt que la période d'excitation quand la polypnée précède la période d'excitation;

4° Que la même élévation de pression se produit chez l'animal avant l'administration du chloroforme quand survient une période de polypnée passagère.

2. *La chute brusque de la pression artérielle qui accompagne la période d'excitation du chloroforme est due, non pas à une vaso-dilatation périphérique, mais uniquement à une intoxication rapide du cœur ou des centres cardiaques provoquée indirectement par la polypnée.*

Les faits suivants démontrent cette proposition :

1° La chute rapide de la pression suit de très près le début de la période d'excitation et de polypnée.

2° Avec un même mélange anesthésique la chute de pression est d'autant plus considérable et plus rapide que la polypnée est plus intense.

3° Quand la chute de pression se fait en plusieurs temps, ses oscillations reproduisent fidèlement, mais en sens inverse, celles de la ventilation pulmonaire. Ce rapport entre les deux ordres d'oscillations se retrouve pendant toute la durée de l'anesthésie.

4° On peut provoquer une chute de pression identique et même plus considérable à un moment quelconque de l'anesthésie en donnant la même dose de chloroforme que pendant la période d'excitation et en déterminant artificiellement une ventilation pulmonaire de même valeur.

5° Si l'on détermine lentement l'anesthésie et que l'on prolonge ainsi la période d'excitation, on n'observe jamais de chute rapide de pression suivie d'un relèvement; on ne constate qu'une chute très lente, faible et régulière qui conduit insensiblement à la valeur atteinte par la pression pendant l'anesthésie complète.

3. *La période d'excitation n'est pas dangereuse par elle-même, mais par la polypnée qui l'accompagne et l'intoxication rapide qui en résulte.*

Les faits énumérés plus haut, ainsi que ceux de ma dernière Note, démontrent amplement cette proposition.

Avec les mélange titrés à 10 et 12 pour 100, la polypnée provoque une intoxication qui dépasse inutilement, de façon souvent très considérable, la limite nécessaire à la production de l'effet anesthésique.

C'est cette intoxication rapide provoquée par la polypnée qui est la cause de la fréquence des accidents et de la mort chez le chien pendant la chloroformisation. C'est pour cette même cause que la mort par le chloroforme se produit le plus souvent chez l'homme au moment de la période d'excitation.

Le procédé qui consiste à opérer avant l'anesthésie complète est dangereux à cause des mouvements respiratoires fréquents et violents que provoque la douleur et à l'occasion desquels on administre souvent d'un seul coup une forte dose de chloroforme.

4. *La méthode d'anesthésie par les mélanges titrés de chloroforme à* 8 *pour* 100 *et au-dessus est une méthode sidératrice; son influence sur le raccourcissement de la période d'excitation est due à la polypnée.*

L'expérience démontre que la chute de la pression artérielle qui accompagne la période d'excitation est d'autant plus profonde que cette période est plus courte, c'est-à-dire que la dose de chloroforme administrée est plus forte, la période d'excitation ne pouvant être raccourcie qu'en augmentant la dose de chloroforme.

Ce fait est en opposition avec l'idée que le raccourcissement et la suppression même de la période d'excitation par les mélanges titrés résulteraient d'une propriété particulière de ces mélanges.

De nombreuses expériences dans lesquelles j'inscrivais à la fois la pression artérielle, le débit et les mouvements respiratoires m'ont donné les résultats suivants :

1° La période d'excitation ne manque jamais.

2° La méthode des mélanges titrés raccourcit la période d'excitation parce que c'est une méthode sidératrice. En effet la ventilation pulmonaire, qui peut s'accroître de 4^l à 50^l et 60^l par minute pendant la période d'excitation chez un chien de 20^{kg} à 25^{kg}, fait pénétrer dans le poumon 4^g à 5^g de chloroforme par minute avec les mélanges titrés à 8 pour 100 et 5^g à 6^g avec les mélanges à 10 pour 100; c'est une dose massive.

3° La méthode des mélanges titrés est un procédé sidérateur excellent, si l'on ne dépasse pas la dose de 8 pour 100, parce que la diminution de la ventilation pulmonaire réalise automatiquement, au moment où l'anesthésie survient, la diminution progressive qu'il est nécessaire d'opérer sur la dose de chloroforme administrée, si l'on veut éviter de dépasser inutilement le degré d'intoxication nécessaire.

Avec le procédé de la compresse, si l'on effectue cette diminution pro-

gressive à mesure que la polypnée de la période d'excitation diminue, en supprimant même le chloroforme quand la ventilation pulmonaire est redevenue normale, on réalise l'anesthésie sans plus de danger d'intoxication qu'avec les mélanges titrés à 6 ou 8 pour 100.

Pratiquée de cette manière, la chloroformisation au compte-gouttes est exempte de danger. Il suffit que l'opérateur, donnant *toujours* le chloroforme prudemment, *goutte par goutte*, ne perde jamais de vue les deux indications fondamentales suivantes :

1° *Une période d'excitation longue est préférable à une période d'excitation courte, parce que la première ne s'accompagne jamais d'une chute rapide de la pression artérielle, c'est-à-dire d'intoxication inutile et dangereuse.*

2° *Toute période de polypnée est une période dangereuse pendant laquelle il convient d'administrer l'anesthésique avec prudence.*

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur la mesure de l'énergie disponible par un dynamomètre totaliseur-enregistreur.* Note de M. CHARLES HENRY, présentée par M. Alfred Giard.

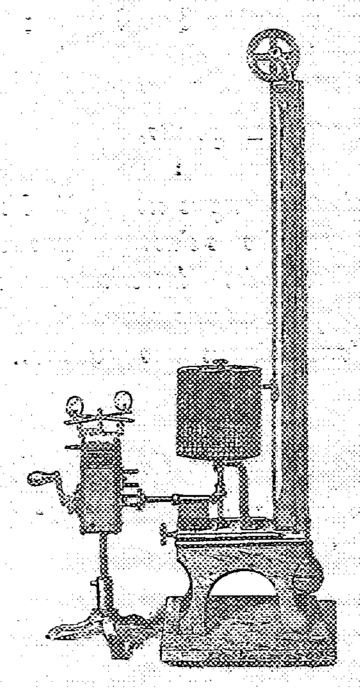
Le nouvel appareil consiste essentiellement en une poire sphérique de caoutchouc, remplie d'environ $1^{kg},6$ de mercure qui, sous la pression de la main, soulève plus ou moins haut dans un tube gradué une masse de fer. Celle-ci, par l'intermédiaire d'un fil enroulé autour d'une poulie de réduction au sixième, communique le mouvement à une plume qui trace les pressions sur un cylindre recouvert de papier millimétrique et tournant à une vitesse de 1^{mm} à la seconde.

L'expérimentateur s'attache à obtenir et à conserver la pression maxima à chaque instant, jusqu'à épuisement. Deux échelles indiquent, en face du tube gradué, l'une la pression totale, l'autre le travail.

L'aire enregistrée mesure le *travail statique* (produit de la pression moyenne par la durée de l'effort) des fléchisseurs des doigts; or, il a été montré, avec Mlle J. Ioteyko, par l'ergographe, que pour connaître en kilogrammètres le travail de même dépense, c'est-à-dire l'énergie disponible de ces muscles, E_U [1], il suffit de diviser par 120 le nombre de kilogrammes-seconde représentés par l'aire statique.

(1) *Comptes rendus,* 28 déc. 1903. — ERNEST SOLVAY, *Formules d'introduction à l'Énergétique,* p. 7.

On a obtenu ainsi, au cours de huit expériences sur des sujets différents, des travaux statiques variant de 99 à 490, des E_u variant de 0,8 à 4 et un rapport moyen du travail statique à la pression maxima égal à 3,3.



Les courbes de fatigue enregistrées avec le nouvel appareil présentent des différences frappantes avec celle d'un dynamographe à ressort : d'abord décroissance beaucoup plus lente, puis à la fin, décroissance plus rapide, de l'effort avec le temps.

Quand on emploie un dynamographe à ressort, la douleur empêche le sujet de donner à chaque instant sa pression maxima; le muscle se repose dans une mesure inconnue; l'aire statique et l'énergie disponible calculées dans ces cas n'ont aucun sens.

Théorie. — Il s'agit de calculer l'effort total E en kilogrammes et le travail dépensé W.

I. *Effort total.* — C'est la résultante : 1° de la pression totale P que le mercure exerce sur la surface intérieure de la poire; 2° de la réaction élastique opposée par celle-ci à la déformation. Soient r_1, s_1, v_1 respectivement le rayon, la surface et le volume de la poire sphérique *vide* de mercure; r_0, s_0, v_0 ces mêmes quantités quand la poire est *pleine*, mais ne subit aucune pression; $h_0 = r_1$ la cote du niveau mercuriel dans ce cas; σ la section intérieure du tube; soient v le volume de la poire déformée par l'effort; s sa surface intérieure; r le rayon d'une sphère de même capacité; h la hauteur à laquelle l'effort fait monter le niveau mercuriel au-dessus du centre de la poire vide.

Lorsque les conditions normales de l'expérience sont réalisées, on peut admettre que le centre de pression ne s'éloigne pas beaucoup du centre de gravité du volume liquide renfermé par l'enveloppe et que celui-ci coïncide sensiblement avec le centre d'une sphère de même capacité se raccordant normalement au tube au même endroit; il suffit d'ailleurs que ces points soient dans le même plan horizontal. La surface s peut être identifiée avec la surface de cette sphère tant qu'on a $v > v_1$; quand on a $v < v_1$, elle peut être identifiée à s_1, car, si le volume diminue par l'effort, la surface se repliant sur elle-même reste sensiblement constante : ce qui a lieu à partir de $h_1 = h_0 - \frac{v_0 - v_1}{\sigma}$.

Soient D la distance verticale de la surface libre du mercure au centre de pression, ρ la densité du mercure; on a $P = \rho s D$, s et D étant liées à h par les relations

$$s = 4\pi r^2 = 4\pi \left\{ \frac{3}{4\pi} [v_0 - \sigma(h - h_0)] \right\}^{\frac{2}{3}}; \qquad D = h - h_0 + r + \eta';$$

η' étant une surélévation fictive du niveau, équivalente à l'action du poids de l'appareil inscripteur. On peut, de même, tenir compte de la réaction élastique de la poire, en calculant une autre surélévation η, déterminant sur l'enveloppe une pression totale équivalente à cette réaction élastique. Cette quantité vient s'ajouter à D ou s'en retrancher suivant que l'enveloppe est comprimée ou dilatée par rapport à son état de vacuité : dans le premier cas, η se calcule par les formules connues de l'équilibre d'élasticité d'une sphère, la constante ayant été déterminée par l'expérience; dans le deuxième cas, il a fallu déterminer par une série d'expériences la marche de la fonction qui relie η à h. On a ainsi, pour l'effort total E exprimé en kilogrammes, les longueurs étant comptées en centimètres,

$$E = \frac{1}{1000} \rho s (h - h_0 + r + \eta + \eta').$$

II. Le *travail total* se décompose en : 1° travail d'élévation du liquide, égal au poids total du système mobile multiplié par la variation de hauteur du centre de gravité; 2° travail de la réaction élastique, lequel se déduit de la courbe expérimentale de la fonction $\eta(h)$ par la formule $\mathfrak{E} = -\int_{v_0}^{v} p \, dv$.

Les déformations doivent s'accomplir d'une façon continue et lente.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *L'aire cardiaque chez les tuberculeux guéris.* Note de M. H. GUILLEMINOT, présentée par M. Bouchard.

En collaboration avec M. Chiron j'ai mesuré, au moyen de mon orthodiagraphe, l'aire du cœur chez des sujets sains de 23 à 30 ans, et chez des sujets du même âge ayant été atteints antérieurement de tuberculose pulmonaire avec bacilles constatés et actuellement complètement guéris. C'est

le résultat de ces observations que nous apportons ici : la conclusion à tirer des cas observés est la suivante : tandis que chez les tuberculeux au début ou chez les prétuberculeux le cœur est plus petit que la normale ainsi que l'ont établi les mensurations orthodiagraphiques de MM. Bouchard et Balthazard, au contraire, chez les tuberculeux qui ont guéri leurs lésions, le cœur paraît être au-dessus de la normale. La mensuration de la surface du cœur chez les tuberculeux au début et les prétuberculeux aurait ainsi une grande importance : non seulement elle serait un élément de diagnostic en ce sens qu'un cœur petit est un des signes de l'évolution tuberculeuse au début, mais encore elle permettrait, dans une certaine limite, de prévoir un pronostic favorable lorsqu'on constate un cœur au-dessus de la normale dans l'évolution d'une tuberculose confirmée mais débutante (¹).

Voici le résumé de ces observations :

Onze sujets normaux de 23 à 30 ans du sexe masculin donnent comme moyennes :

Surface du cœur en centimètres carrés	79^{cm^2}
Rapport de l'aire à la taille du sujet mesurée en décimètres $\frac{S}{H}$	4,70
Rapport de l'aire à la surface du thorax (produit de la largeur du thorax au niveau de la pointe par la distance de la fourchette sternale au diaphragme, lignes mesurées par leurs projections orthogonales sur l'écran) $\frac{S}{T}$	0,193
Rapport de l'aire au poids $\frac{S}{P}$	1,23
Rapport de l'aire au poids de l'albumine fixe déterminé suivant le procédé de M. Bouchard $\frac{S}{A}$	8,24

Ces moyennes, on le voit, sont inférieures à celles données par MM. Bouchard et Balthazard; inférieures surtout à celles du professeur Moritz. Nous ferons remarquer, pour expliquer peut-être cette différence, que nos sujets avaient tous de 23 à 30 ans, et nous ajouterons que, dans le mode opératoire, il entre un coefficient personnel à l'opérateur, comme cela a lieu aussi dans la mesure de la pression artérielle, par exemple. Nous ferons remarquer en outre que tous nos sujets, sains ou anciens tuberculeux, ont été pris à dessein à la même période de la vie, de 23 à 30 ans, et dans le même milieu social (étudiants en médecine), pour donner plus de valeur à la comparaison.

(¹) Ce qui exclut bien entendu le cas d'hypertrophie des tuberculoses chroniques à évolution fibreuse et celui de dilatation des périodes avancées.

Si nous considérons maintenant les résultats obtenus chez nos trois tuberculeux guéris, nous trouvons :

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A}$.
M. C., 25 ans.....	82^{cm^2}	5,08	0,198	1,30	9,26
M. E., 29 ans.....	83^{cm^2}	4,85	0,205	1,43	9,79
M. L., 23 ans.....	85^{cm^2}	4,97	0,192	1,18	7,53

Les chiffres les plus importants à considérer ici sont, d'une part, la surface du cœur en valeur absolue et, d'autre part, le rapport de l'aire du cœur à la taille; en effet, il se peut que la musculature et l'adiposité chez les tuberculeux guéris restent longtemps faibles et alors on trouverait forcément des rapports élevés $\frac{S}{A}$, $\frac{S}{P}$; il se peut, d'autre part, que les tuberculeux guéris prennent subitement de l'embonpoint et de la force musculaire comme notre troisième sujet, et alors les rapports $\frac{S}{P}$, $\frac{S}{A}$ pourront descendre au-dessous de la normale, tant que le cœur, du moins, n'aura pas, lui aussi, pris du développement. Si nous rapprochons les moyennes obtenues chez ces trois sujets de celle des sujets normaux, nous trouvons :

	S.	$\frac{S}{H}$.	$\frac{S}{T}$.	$\frac{S}{P}$.	$\frac{S}{A}$.
Sujets sains......	79^{cm^2}	4,70	0,193	1,23	8,24
Ex-tuberculeux..	83^{cm^2},3	4,96	0,198	1,31	8,86

Sans vouloir attribuer plus d'importance qu'il ne convient à ces chiffres, il nous a paru utile de signaler ces résultats qui sont comme un corollaire des faits établis par MM. Bouchard et Balthazard relativement à la surface du cœur chez les tuberculeux. Ils complètent aussi par des mesures précises les travaux de Sciallero, de Gênes, qui ont montré, dans la tuberculose récente et maligne, le cœur diminué de volume, et chez les sujets porteurs d'anciennes lésions bénignes, un cœur sensiblement normal.

M. **J.-D. Cartier** adresse une Note : *Sur la gamme musicale*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 MARS 1905.

Le calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions, par ERNST LINDELÖF. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Note sur quelques applications de la Nomographie à l'Astronomie nautique, par M. PERRET. Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Guyou.)

La Science géologique, ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire, par L. DE LAUNAY. Paris, Armand Colin, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Sur un nouveau traitement de la tuberculose et en particulier de la tuberculose laryngée, par M. MOUNIER; Paris, Institut international de Bibliographie scientifique, 1905; 1 fasc. in-8°.

La nouvelle allumette sans phosphore, l'invention Dominique Barbé, par ÉDOUARD DENCAUSSE. Tarbes, imp. Vimard, 1905; 1 fasc. in-8°.

M. HENRI QUILLON adresse cinq Opuscules relatifs à la confection des vêtements.

Annales des Ponts et Chaussées, 75e année, 8e série, t. V, 2e partie, 1er Cahier, janvier 1905. Paris, E. Bernard; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France, paraissant deux fois par mois, 37e année, 5 mars 1905 : *Liste générale des Membres de la Société et des Associations affiliées*. Paris, hôtel de la Société; 1 vol. in-8°.

Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale; 4e série, t. IV, livraison 1, 1905. Saint-Étienne, au siège de la Société; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 4e série, 39e année, 1er et 2e semestres 1903. Rouen, imp. Lecerf fils, 1904; 1 vol. in-8°.

New principles, by D.-A.-N. GROVER. Part IV : *The orbit of Sun*; Part V : *A simple key to the changes of the weather*. Kansas City; 2 fasc. in-12.

Verslag van den Staat der Sterrenwacht te Leiden en van de aldaar volbrachte waarnemingen van 16 september 1902 to 19 september 1904, uitgebracht door H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Leide, 1905; 1 fasc. in-8°.

Nuovo planisfero ad uso della Marina, di D.-F. FACCIN. Pavie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Die geschichtliche Entwicklung der farbigen Photographie, von MIETHE. Berlin, Denter et Nicolas, 1905; 1 fasc. in-8°.

L'énergie obtenue par l'énergie, par PEDRO GOMEZ SANCHEZ. Madrid, janvier 1905; 1 fasc. in-12 oblong.

Il terremoto di Niscemi del 13 luglio 1903, per S. ARCIDIACONO. Modène, 1904; 1 fasc. in-8°.

Principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia en nelle isole adiacenti durante l'anno 1901, per S. Arcidiacono. Modène, 1904; 1 fasc. in-8°.

Sullo spettro dei materiali incandescenti eruttati d'all'Etna nel 1892, per A. Ricco. (Extr. de *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania*, fasc. LXXXII, juillet 1904). 1 fasc. in-8°.

Eruzioni e Piogge, Nota di A. Ricco. Catane, imp. Galatola; 1 fasc. in-4°.

Risultati delle osservazioni meteorologiche del 1903 *fatte nel R. Osservatorio di Catania*, Nota di A. Ricco e L. Mendola. Catane, imp. Galatola; 1 fasc. in-4°.

Résumé météorologique de l'année 1903 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard*, par R. Gautier. Genève, 1904; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1903. Résumé par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1904; 1 fasc. in-8°.

Observatorio meteorologico del collegio salesiano S. José en Punta Arena de Magallanes, Chile : Resumen de las observaciones de quince anos 1888-1902, por P. Marabini, parte I[a] : *Datos y Diagramas*. Santiago du Chili, Cervantes, 1904; 1 fasc. in-8°.

Essai d'une Carte tectonique de la Belgique, par Émile Deladrier. Bruxelles, Hayez, 1904; 1 fasc. in-8°.

Réplique sommaire à M. le baron Greindl au sujet de la Carte tectonique de la Belgique, par Ém. Deladrier. *Suite de la discussion sur l'Essai de Carte tectonique de la Belgique présenté par M. Deladrier*. Bruxelles, Hayez, 1904; 1 fasc. in-8°.

Recherches souterraines aux environs d'Eprave, par Émile Deladrier. Bruxelles, Hayez, 1904; 1 fasc. in-8°.

Annuario da Universidade de Coïmbra, anno lectivo de 1904-1905. Coïmbre, Imprimerie de l'Université, 1904; 1 vol. in-8°.

Archivo bibliographico da bibliotheca da Universidade de Coïmbra, publicaçaõ mensal; vol. IV, n[os] 8-12, vol. V, n° 1. Coïmbre, 1904; 6 fasc. in-4°.

Catalogue of polish scientific literature; t. IV, 1904, n[os] 1 et 2. Cracovie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of Library Crescent democratic Club. Baltimore, 1904; 1 vol. in-12.

R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, Classe della Societa reale di Napoli : Indice generale dei lavori pubblicati dal 1787 *al* 1903. Naples, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bibliotheca collectiva, Catalogus XLIX. Leyde, Burgersdijk et Niersmans, 1905; 1 vol. in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, anno CCCII, 1905; serie quinta. *Rendiconti, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali;* vol. XIV, fasc. 1. Rome, 1905; 1 fasc. in-8°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, sezione della Societa reale di Napoli; serie 3[a], vol. XI, fasc. 1. Gennaio, 1905. Naples; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, pub. per cura dei Prof. P. Tacchini ed A. Riccò; vol. XXXIV, dispensa 1[a], 1905. Catane; 1 fasc. in-4°.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society; vol. XIII, part I. Cambridge, 1905; 1 fasc. in-8°.

Journal of the Royal microscopical Society, edited by R.-G. HEBB; 1905, part I. Londres; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal physical Society for the promotion of Zoology and other branches of natural History; Session 1904-1905, vol. XVI, n° 1. Edimbourg, 1904; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles; 110e année, 4e période, t. XIX, n° 1, 15 janvier 1905. Genève; 1 fasc. in-8°.

Boletin de la Real Sociedad geografica. Revista de Geografia colonial y mercantil; t. III, n° 1. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; 4e série, t. XIX, n° 1. Bruxelles, Hayez, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annaes da Escola de Minas, n° 6. Ouro-Preto, 1903; 1 vol. in-8°.

Boletim do Museu Gœldi de Historia natural e Etnographia (Museu Parense); vol. IV, n° 1, fevereiro 1904. Para, 1904; 1 vol. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 13 mars 1905.)

Note de M. *Adrien Guébhard*, Sur la cause du silhouettage photographique :

Page 715, note (8), *au lieu de* L'Arriviste, *lisez* L'Auréole.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liege	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 20 mars 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le Tome CXXXVIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétatriat. 753

MM. BERTHELOT et GAUDECHON. — Recherches thermochimiques sur la strychnine et sur la brucine 753

M. A. CHAUVEAU. — Sur les variations d'éclat et les éclipses totales des images primaires formées sur la rétine par de très faibles sources lumineuses de valeur constante... 761

M. DE FORCRAND. — Sur la valence de l'atome d'hydrogène 764

M. G. LIPPMANN présente, au nom du Bureau des Longitudes : 1° La « Connaissance des Temps » pour l'an 1907; 2° Une « Carte de l'éclipse totale de Soleil des 29 et 30 août 1905 »........................ 768

CORRESPONDANCE.

M. A. HANSKY. — Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc.................................. 768

M. J. JANSSEN. — Remarques sur la Note précédente.............................. 771

M. MAURICE FRÉCHET. — La notion d'écart dans le Calcul fonctionnel............... 772

M. PIGEAUD. — Sur le calcul des arcs encastrés 774

M. ÉDOUARD BRANLY. — Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques.......................... 777

MM. ANDRÉ BROCA et TURCHINI. — Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique du verre avec la fréquence.............. 780

M. GEORGES MESLIN. — Sur le coefficient d'aimantation spécifique et la susceptibilité magnétique des sels..................... 782

M. P. VILLARD. — Sur le silhouettage photographique. Réponse à la Note de M. *A. Guébhard*.............................. 785

M. WILLIAM DUANE. — Sur l'ionisation produite entre des plateaux parallèles par l'émanation du radium.................. 786

MM. LÉO VIGNON et A. SIMONET. — Diazoaminés de la diphénylamine, dérivés des homologues de l'aniline et des naphtylamines................................. 788

MM. BLAISE et A. LUTTRINGER. — Caractérisation des lactones au moyen de l'hydrazine.................................. 790

M. LÉON BRUNEL. — Sur le menthone dérivé des hexahydrothymols 792

MM. P. FREUNDLER et LEDRU. — Sur l'acétal bromé................................ 794

M. ISIDORE BAY. — Remarques sur la réaction de la diphénylamine avec l'acide nitrique.............................. 796

M. A. TRILLAT. — Sur les propriétés antiseptiques de certaines fumées et sur leur utilisation..... 797

MM. M. DOYON, A. MOREL et N. KAREFF. — Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogène............ 800

M. et Mme L. LAPICQUE. — Durée des processus d'excitation pour différents muscles. 801

M. H. SÉRÉGÉ. — Sur l'indépendance anatomique et fonctionnelle des lobes du foie.. 804

M. J. TISSOT. — Étude expérimentale des relations entre la pression artérielle et la ventilation pulmonaire dans l'anesthésie par le chloroforme. La polypnée est une cause déterminante des accidents de la chloroformisation....................... 806

M. CHARLES HENRY. — Sur la mesure de l'énergie disponible par un dynamomètre totaliseur-enregistreur 809

M. H. GUILLEMINOT. — L'aire cardiaque chez les tuberculeux guéris 811

M. J.-D. CARTIER adresse une Note : « Sur la gamme musicale »................... 813

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.. 814

ERRATA.... 816

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 13 (27 Mars 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MARS 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les vases de silice fondue. — Leur emploi en Chimie*; par M. BERTHELOT.

I.

Depuis quelque temps on trouve dans le commerce des vases fabriqués avec un verre nouveau, dit *quartz fondu*, et qui se distinguent par des qualités particulières, telles que leur infusibilité jusqu'à des températures voisines de 1400°, leur résistance aux acides [1], ainsi qu'à l'action d'un refroidissement brusque, etc. J'ai entrepris d'exécuter avec cette matière des expériences analogues à celles opérées par la méthode des vases de verre, scellés à la lampe : méthode dont j'ai généralisé l'emploi, jusque-là exceptionnel, et fixé la technique en Chimie organique, de 1850 à 1860, par mes recherches sur la synthèse directe des corps gras neutres et la découverte des alcools polyatomiques, sur la statique des réactions éthérées et, d'une façon illimitée, par l'étude des réactions lentes, exécutées à température constante et sous des pressions susceptibles de s'élever jusque vers 200^{atm}. Mais les applications de cette méthode sont entravées par la température du ramollissement et de la fusion du verre : les termes extrêmes de température où j'ai pu opérer n'ont guère dépassé 550°.

L'emploi des vases de silice fondue permet d'atteindre des températures s'élevant jusqu'au voisinage de 1500°; il comporte certaines réserves et

(1) On sait que les alcalis attaquent la silice.

difficultés, qu'il me semble utile de signaler, avant d'exposer les expériences et problèmes nouveaux que j'ai abordés dans mon laboratoire.

II. — *Technique.*

(I). *Tubes.* — Les tubes de silice fondue, de petite dimension, peuvent être travaillés à la rigueur avec le chalumeau oxyhydrique et, plus aisément, avec le chalumeau oxygène-acétylène, qui donne des températures beaucoup plus hautes. On les étire, on les soude à la façon du verre, sauf à se tenir en garde contre la promptitude du refroidissement.

Les tubes que j'ai surtout mis en œuvre sont ceux de 10 millimètres de diamètre, sur 100 millimètres de longueur. Leur capacité, après clôture, est comprise entre 4 et 5 centimètres cubes. L'épaisseur, assez régulière, est voisine de $0^{mm},7$. La résistance aux pressions intérieures est voisine de 3 atmosphères, jusqu'au moment où ils commencent à se ramollir, entre 1300° et 1400°. On y introduit, s'il y a lieu, les corps solides, simples ou composés, sous un poids défini, avant l'étirage du col; puis on étire celui-ci; au besoin, en le soudant avec un tube capillaire plus épais et plus commode à joindre avec une trompe à mercure. On ne laisse jamais pénétrer de mercure dans le tube de silice. La trompe sert à faire le vide, puis à introduire, par un mécanisme connu, des gaz bien purs, soit à la température ordinaire, soit sous une pression réduite au degré voulu. On scelle ensuite la partie capillaire au chalumeau, dans la région qui fait partie du cylindre principal, en évitant avec soin de chauffer les portions élargies et les gaz qu'elles renferment.

(II). *Matières introduites.* — Les quantités de matière solide et de gaz doivent être réglées avec soin, d'après les limites de résistance signalées plus haut. S'il s'agit de gaz isolés, ou mis en présence de matières absolument fixes à 1400°, on remplit le tube à froid avec ces gaz, sous une pression de 36 à 38 centimètres de mercure au plus, et souvent réduite à 15 centimètres. On mesure exactement cette pression, en même temps que celle du baromètre. Quant aux matières solides, susceptibles d'acquérir l'état gazeux à 1400°, leurs poids doivent être établis de telle façon que les pressions réunies de leur vapeur et des gaz introduits à froid ne surpassent pas 2,5 à 3 atmosphères à 1400°.

Les quantités de matière sur lesquelles on opère, dans les conditions précédentes, étant très restreintes, j'ai fait fabriquer, sur modèle, des tubes de 20 à 25 millimètres de diamètre, et de 30 centimètres environ de capacité; tubes terminés de part et

d'autre par des parties capillaires, susceptibles d'être soudées et scellées. Je dois dire que je n'ai guère eu de satisfaction de leur emploi; le travail en fabrique de ces tubes étant peu régulier et leur épaisseur non uniforme. Ainsi, d'après des mesures faites au palmer, je l'ai trouvée comprise entre $1^{mm},2$ et $0^{mm},25$ pour un même tube, suivant le point examiné. Cette circonstance oblige à réduire la pression des gaz introduits, à la température ordinaire, au tiers et même au cinquième de la pression mise en œuvre pour les tubes plus réguliers, de diamètre voisin de 10 millimètres, si l'on veut éviter les explosions. Dans ces conditions, on ne gagne rien en définitive sur les poids de substance mise en expérience; tandis que les frais de fabrication du tube deviennent 6 fois aussi élevés. Dans tous les cas, il convient de se mettre en garde contre l'impureté de la silice employée, laquelle renferme souvent des proportions sensibles d'alcalis, qui en augmentent la fusibilité et l'altérabilité; tout en diminuant, ce semble, la perméabilité.

(III). *Chauffage.* — Les tubes de silice fondue sont échauffés par le courant électrique, suivant les procédés connus, en les plaçant dans de gros tubes de terre *non vernis*, entourés par une lame mince de platine contournée en spirale. L'air extérieur pénètre à peu près librement dans l'intérieur du tube de terre. On règle le courant avec des résistances. On opère jusque vers 25 ampères, en général, à une température déterminée avec un régulateur Le Chatelier, ou tout autre instrument exact. La température est maintenue constante pendant une ou plusieurs heures. Il n'y a pas, en général, bénéfice à prolonger plus longtemps le chauffage, pour des motifs tirés de la perméabilité de la silice, qui seront développés plus loin.

Le tube de silice fondue, introduit dans le gros tube de terre, est entouré par une mince feuille de platine (¹); de façon à éviter son adhérence avec le gros tube de terre. Mais si l'on dépasse 1400°, on est exposé à l'adhérence des feuilles de platine avec ce tube de terre. Le tube de silice fondue commence d'ailleurs à se gonfler, sous la pression des gaz, à cette température. Si celle-ci devient trop forte, le petit tube fait explosion; ce qui rompt le gros tube de terre et fausse l'appareil; mais il est facile de le reconstruire soi-même.

(IV). *Refroidissement et extraction des matières.* — Quand l'expérience est terminée, on peut laisser refroidir lentement tout l'appareil. Mais il est souvent préférable de retirer aussitôt le tube de silice fondue et la feuille de platine qui l'entoure, au moyen d'un fil de platine fixé à l'avance. Le *refroidissement* peut être rendu *instantané,* en plongeant à l'instant même le tube

(¹) Ne communiquant pas avec le courant électrique.

de silice tout rouge et enveloppé de platine, conservant le maximum de sa température, dans une cuve remplie d'eau distillée. Ce tube résiste bien dans ces conditions; ce qui permet de discuter certains problèmes importants de Mécanique chimique.

(V). *Récolte des gaz et autres produits.* — On examine d'abord avec soin le tube de silice fondue et son contenu, sans l'ouvrir; au besoin, avec le concours de la loupe ou du microscope.

Gaz. — Les gaz doivent être recueillis sur le mercure, mesurés et analysés. A cette fin, on prend à la main le tube de silice refroidi, on le tient immergé dans une grande cuve à mercure, la pointe en bas, et l'on casse cette pointe avec précaution, à l'aide d'une pince à mors tranchants. Le mercure s'élève peu à peu dans le tube, jusqu'à une certaine hauteur, qui dépend de la pression originelle et du volume des gaz de nouvelle formation. On retourne alors le tube, sur la cuve même, au-dessous d'une petite éprouvette pleine de mercure, et, par des secousses méthodiques et prolongées, on fait passer peu à peu la totalité des gaz inclus, jusque dans l'éprouvette supérieure.

On prend le tube qui vient d'être rempli de mercure et l'on mesure celui-ci, soit en poids, soit en volume; de façon à déterminer la capacité exacte du tube.

D'autre part, on mesure le gaz extrait, à l'aide de petits tubes gradués de 5^{cm^3} ou de 2^{cm^3}, divisés très exactement en centièmes de centimètre cube, et permettant d'apprécier les millièmes; tubes dont j'ai décrit ailleurs le mode de construction et de graduation rigoureux ([1]). On procède enfin à l'analyse exacte de ces gaz : détermination de CO^2, O, CO, gaz combustibles, (H, CH^4, CO), Az, etc. par les procédés connus.

Corps solides. — Quant aux matières préexistantes, ou formées pendant l'expérience, telles que le diamant, le carbone séparé des carbures d'hydrogène, etc., elles sont extraites du tube, soit au moment du jaugeage au mercure, soit après, et étudiées. D'ailleurs, s'il y a lieu, on exécute une expérience de chauffage simultanée sur deux tubes de silice fondue, placés dans un même gros tube de terre : l'un est destiné à l'étude des gaz, l'autre à celle des solides, sans aucun contact du mercure.

([1]) *Ann. de Phys. et de Chim.*, 6e série, t. XIV, p. 279.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les vases de silice fondue. — Leur perméabilité;* par M. BERTHELOT.

L'emploi des vases de silice fondue révèle un phénomène qui en complique singulièrement les applications, à savoir leur perméabilité : en effet, ces vases ne sont pas impénétrables aux gaz et vapeurs, contrairement aux vases de verre, lesquels ne sont pas traversés par la matière pondérable, dans les conditions ordinaires ([1]).

L'observation en a déjà été faite pour l'hydrogène par M. Villard (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1033) et par MM. Jacquerod et Perrot pour l'hélium (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 789); cela même au-dessous du rouge.

J'ai reconnu qu'il en est de même, quoique à un moindre degré, pour l'azote et l'oxygène, et j'ai observé la marche des échanges entre les gaz engendrés à l'intérieur de tubes de silice fondue et les gaz atmosphériques, dans certaines conditions dignes d'intérêt.

Tous les tubes dont il va être question ont été chauffés dans une atmosphère d'air atmosphérique, sous la pression normale. Ils avaient été soumis à l'action de la trompe à mercure, de façon à y faire pénétrer les gaz mis en expérience sous une pression exactement connue, mais sans y introduire la moindre trace de ce métal.

Voici quelques-uns des faits observés :

1. *Carbone amorphe* (charbon de fusain purifié par l'action du chlore au rouge, etc.). — Quelques milligrammes ont été déposés dans un tube d'une capacité égale à $5^{cm^3},5$. On a fait le vide à la trompe à mercure pour en chasser les gaz inclus, avec la précaution de chauffer le tube sur une flamme, avant de le sceller. Le vide était aussi parfait que possible. On a scellé le tube.

On a maintenu ce tube entre 1300° et 1325°, pendant une demi-heure. Au bout de ce temps, il a été ramené lentement à la température ordinaire puis ouvert sur le mercure. Il n'était plus vide, mais renfermait des gaz, exerçant une pression sensible, quoique fort inférieure à la pression atmosphérique; ce qui exclut l'existence d'une communication directe. En fait, le volume de ces gaz, réduit à la pression atmosphérique, représentait seu-

---

([1]) Sauf le cas, non encore bien éclairci, des rayons cathodiques.

lement 1,5 centième de la capacité intérieure du tube. Ce gaz était formé par :

Az	0,9
CO	0,6
	1,5

L'azote vient de l'air, dont l'oxygène a concouru à former l'oxyde de carbone. Les éléments de l'air avaient donc pénétré par endosmose, au cours de l'expérience.

2. *Carbone amorphe* (charbon de fusain purifié par le chlore) : 9 milligrammes. Capacité du tube ; 29 centimètres cubes. — On a rempli ce tube d'azote pur et on l'a chauffé pendant quelques instants sur une flamme; puis on a raréfié le gaz, de façon à le réduire à une pression de 0^{m}, 16, c'est-à-dire au cinquième environ de la pression atmosphérique; on opérait avec la trompe à mercure. On a scellé, puis chauffé à 1300° pendant 1 heure. La pression intérieure aurait dû s'élever dans ces conditions à 1^{atm},3 environ. Elle avait gonflé le tube ramolli. Après refroidissement, on l'a ouvert sur le mercure. Le volume du gaz extrait, réduit à la pression atmosphérique, était 7^{cm^3},3; c'est-à-dire notablement supérieur au cinquième du volume initial (6^{cm^3}, 0). Ce gaz était formé d'azote (82 centièmes) et d'oxyde de carbone (18 centièmes). Comme contrôle, on avait pris soin de recueillir une prise d'azote sur le trajet de la pompe et au cours même de la raréfaction initiale : d'après analyse ultérieure, ce gaz ne contenait pas trace d'oxygène. La formation de l'oxyde de carbone, ainsi que l'accroissement de volume du gaz, attestent la pénétration de l'oxygène par endosmose.

3. *Oxygène pur* (vérifié) introduit dans un tube jaugeant 4 centimètres cubes. — Au début, on l'a réduit à une pression moitié de la pression atmosphérique; puis on a scellé le tube et on l'a chauffé à 1300° pendant 1 heure et demie. Au bout de ce temps, le tube a été ouvert sur le mercure. Le gaz contenait 3 centièmes d'azote, entré par endosmose.

4. *Hydrogène*. — J'ai exécuté plusieurs expériences avec des tubes contenant de l'hydrogène; expériences confirmatives de celles citées plus haut. Je citerai seulement la suivante :

Hydrogène pur; pression initiale 0^{m},152; la pression atmosphérique étant 0,751. Capacité du tube : 5^{cm^3}. 1300°. 1 heure. Gaz final extrait : 0^{cm^3},68 sous la pression atmosphérique (au lieu de 1^{cm^3}, 0 volume initial réduit). Le gaz final contenait (d'après combustion eudiométrique) : Az = 0^{cm^3}, 12.

Il résulte de ces nombres que : sur 100 volumes d'hydrogène, 44 ont

disparu (par transpiration, ou action de l'oxygène) et il a pénétré 12 volumes d'azote. Il ne restait dans le tube que la moitié environ de l'hydrogène initial.

5. Avec l'*acide carbonique*, la pénétration de l'azote est très faible.

6. La pénétration de l'oxygène dans l'*azote* a été trouvée douteuse.

L'étude des carbures d'hydrogène a donné lieu à des observations très intéressantes, qui feront l'objet d'une Note prochaine. Je me bornerai à en signaler ici quelques-unes, relatives à la transpiration de l'hydrogène et à la pénétration progressive de l'oxygène de l'air.

La naphtaline a été choisie, à cause de sa grande stabilité, et le formène, à cause de la simplicité de sa composition.

7. *Naphtaline*, $0^{g},051$, placée dans un tube vide. Capacité du tube : 5^{cm^3} environ. 1300°. Le tube a fait explosion : ce qui s'explique en raison du volume considérable, occupé tant par la vapeur de naphtaline que par l'hydrogène résultant de sa décomposition.

8. *Naphtaline*, $0^{g},021$. Tube vide. Capacité : 4^{cm^3} environ. 1300°. 1 heure. Le tube a résisté. Il s'est trouvé rempli de carbone, en partie brillant, en partie pulvérulent. Ce carbone ne contenait plus de naphtaline. Si tout l'hydrogène avait été mis en liberté ($0^{g},0013$, équivalent à 14^{cm^3} environ à froid), la pression à 1300° aurait dû s'élever à près de 17 atmosphères et le tube faire explosion. Loin de là : au moment où il a été ouvert sur le mercure, sous l'influence de l'ébranlement produit par le broiement de la pointe et la variation brusque de pression, provenant du grand excès de la pression atmosphérique sur la pression intérieure des gaz, le tube s'est écrasé, ou plutôt divisé en longs fragments; de dimension et de forme d'ailleurs bien différentes de ceux qu'aurait produits une explosion.

Le gaz extrait dans ces conditions, réduit à la pression atmosphérique, s'élevait seulement à $0^{cm^3},18$ (au lieu de 14^{cm^3} fournis par le carbure) et renfermait :

Azote	0,15
Hydrogène	0,03
	0,18

Ces faits montrent que la décomposition de la naphtaline en éléments, depuis la température ordinaire jusqu'à 1300° et pendant le maintien à 1300°, n'a pas eu lieu rapidement, mais peu à peu, et pendant un temps assez notable, durant lequel l'hydrogène a transpiré peu à peu, en se brûlant au dehors. Il a pénétré dans le tube un peu d'azote, dont le mé-

lange avec un peu d'hydrogène restant ne représentait guère à froid que le vingtième de la capacité du tube.

9. Le *formène pur* a donné lieu à des observations analogues et plus caractéristiques encore. Voici deux expériences :

Pression initiale, $0^m,373$; moitié de la pression atmosphérique. Capacité du tube : $4^{cm^3},5$. 1300°-1325°. 1 heure.

Le tube est rempli de carbone feuilleté et enduit pulvérulent. — Volume gazeux final réduit : $2^{cm^3},97$; c'est-à-dire supérieur au volume initial réduit : $2^{cm^3},25$.

Ce gaz est sensiblement exempt d'oxyde de carbone. Il renferme :

Hydrogène	2,72
Formène	0,05
Azote	0,20
	2,97

D'après la pression initiale du formène, on aurait dû obtenir $4^{cm^3},50$ d'hydrogène. D'où il résulte qu'un tiers environ de l'hydrogène a transpiré, ou a été brûlé ; le formène ayant presque complètement disparu.

10. *Formène pur*. — Pression initiale, $0^m,360$ (sur 0,756 pression atmosphérique). Capacité du tube : $4^{cm^3},0$.

Le tube, porté jusqu'à 1100° dans l'espace d'une demi-heure environ, a été refroidi et retiré, sans l'ouvrir. Il était rempli de carbone libre, comme ci-dessus.

Le lendemain, il a été réchauffé pendant 1 heure et porté à 1300°, puis maintenu 1 heure à cette température.

Après refroidissement, le tube était redevenu blanc et transparent, sans conserver trace de carbone.

J'avais pensé d'abord que le tube perforé avait laissé pénétrer par quelque fêlure l'air directement, lequel avait brûlé le carbone. Mais l'examen approfondi du tube a fait tomber cette hypothèse. En effet, en l'ouvrant sur le mercure 2 heures après, on a trouvé que la pression y était à peu près la moitié de la pression atmosphérique (c'est-à-dire voisine de celle du début) ; ce qui exclut la possibilité d'une perforation, qui aurait dû rétablir l'équilibre de pression avec le dehors pendant la longue durée du refroidissement et de la conservation consécutive.

Il contenait alors $2^{cm^3},12$, formés principalement d'azote, avec un peu d'oxygène et d'acide carbonique.

Il résulte de ces faits que les gaz de l'air avaient pénétré peu à peu par endosmose, pendant la seconde période de l'expérience.

2 volumes de formène, ou plutôt le carbone et l'hydrogène correspondants, ont ainsi été brûlés peu à peu, tant au dehors du tube que dans son intérieur, aux dépens de l'oxygène de l'air. On voit par là qu'il ne convient pas de prolonger indéfiniment le chauffage des vases de silice fondue.

Ces faits montrent que la silice fondue (puis solidifiée) se comporte, jusqu'à un certain point, vis-à-vis des gaz, à la façon d'une membrane animale, susceptible d'endosmose et d'exosmose : la marche de ces phénomènes dépendant de l'épaisseur de la paroi, de son ramollissement, de l'adhérence à la paroi du carbone ou des autres produits solides de réaction, de la dose d'alcali uni à la silice, des températures successives traversées et de la durée de chacune d'elles; enfin de l'opposition qui existe entre la composition constante de l'air extérieur et les variations de la composition des gaz résultant des réactions graduelles de l'oxygène sur les corps combustibles (hydrogène et carbone); c'est-à-dire de la composition et de la tension variables des gaz intérieurs.

ASTRONOMIE. — M. le Général **Bassot**, Directeur de l'Observatoire de Nice, adresse la dépêche suivante :

Comète Giacobini, 26 mars, $8^h 11^m 49^s$, t. m. de Nice. Æ $5^h 44^m 14^s$, D. P. $79°3'4''$. Marche diurne : 3^m temps, $75'$ arc. Mouvement N.-E. Grandeur : 12e.

OPTIQUE. — *Construction, dans un milieu opaque homogène, des rayons lumineux qui y pénètrent par une face plane.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. J'ai abordé la question de la *délimitation latérale* des rayons lumineux dans les milieux opaques homogènes, vers la fin de l'exposition étendue que j'ai donnée récemment de la théorie mécanique de la lumière ([1]). Mais

([1]) Au Tome II de l'Ouvrage intitulé *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la Théorie mécanique de la lumière*, p. 583 à 587.

je m'y suis borné aux corps isotropes, et il restait à traiter le cas des cristaux. C'est ce que je me propose de faire ici, dans la double hypothèse de déplacements ξ, η, ζ de leur éther *pendulaires*, propagés par ondes planes, et de trois équations de mouvement, aux dérivées partielles de ξ, η, ζ en t, x, y, z, linéaires et à coefficients constants.

Les ondes planes incidentes seront supposées avoir leur amplitude très graduellement variable d'un point à l'autre de la face d'entrée, sur laquelle cette amplitude sera donnée arbitrairement. Dès lors, ξ, η, ζ, dans le milieu opaque, partout réglés sensiblement de manière à constituer un ou plusieurs systèmes d'ondes planes, auront dans chacun de ces systèmes, aussitôt après l'entrée, leurs propres amplitudes, la direction de leurs ondes et les retards de phase de celles-ci sur les mouvements incidents, calculables par la théorie de la réflexion et de la réfraction, qui y donnera, pour chaque système, une amplitude partout proportionnelle à celle des ondes incidentes, mais une direction d'ondes et un retard de phase constants.

Nous aurons à étudier la progression, dans le milieu opaque, de l'un quelconque des systèmes d'ondes réfractées.

II. On reconnaît assez aisément que ξ, η, ζ y seront les parties réelles de solutions symboliques, de la forme

$$(\xi, \eta, \zeta) = (L', M', N')e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}, \tag{1}$$

où k désigne le quotient de 2π par la période vibratoire, L, M, N trois constantes exprimant la *propagation* par leurs parties réelles l, m, n, mais l'*extinction* graduelle par leurs parties imaginaires, enfin, où L', M', N' seront trois fonctions *lentement variables de x, y, z*, qui se réduiraient à des constantes si les ondes étaient latéralement indéfinies.

On donnera les rapports mutuels de l, m, n, qui définissent la direction de la normale aux ondes planes, et ceux des parties imaginaires de L, M, N, qui définissent de même la direction de la normale à la face d'entrée. Alors, en supposant qu'on ait considéré d'abord le cas simple d'ondes indéfinies ou de L', M', N' constants, la substitution de ces valeurs (1) dans les équations du mouvement y aura transformé celles-ci en trois équations homogènes du premier degré

$$\left\{\begin{array}{l} \varphi L' + \chi M' + \psi N' = 0, \qquad \varphi_1 L' + \chi_1 M' + \psi_1 N' = 0, \\ \qquad\qquad \varphi_2 L' + \chi_2 M' + \psi_2 N' = 0, \end{array}\right. \tag{2}$$

où φ, χ, ψ, ..., ψ_2 sont des polynomes en L, M, N, et dont le déterminant,

autre polynome en L, M, N, que j'appellerai F(L, M, N) après suppression de ses facteurs $k\sqrt{-1}$, aura nécessairement été annulé. Or l'équation $F(L, M, N) = 0$, dédoublée par la séparation du réel d'avec l'imaginaire, aura complété la détermination de L, M, N en faisant connaître, dans leur partie réelle, la vitesse ω de propagation, inverse de $\sqrt{l^2 + m^2 + n^2}$, et, dans leur partie imaginaire, le *coefficient d'extinction* ou *d'absorption*. Enfin, deux des équations (2), devenues ainsi compatibles avec la troisième, auront donné L', M', N' proportionnels à trois déterminants mineurs, λ, μ, ν, formés avec six des neuf éléments $\varphi, \chi, \psi, \ldots, \psi_2$, et, dès lors, fonctions entières connues de L, M, N; en sorte que L', M', N' auront été les produits de λ, μ, ν par une même constante I, de la forme $e^{i+j\sqrt{-1}}$.

Maintenant que, les ondes étant limitées latéralement, L, M, N ont gardé *par définition* leurs valeurs ainsi obtenues, mais que L', M', N', I sont devenues des fonctions très lentement variables de x, y, z, astreintes à vérifier les trois équations du mouvement, les *écarts* $L' - \lambda I$, $M' - \mu I$, $N' - \nu I$, qui s'annuleraient si les petites dérivées premières de I en x, y, z n'existaient pas, seront naturellement de l'ordre de ces dérivées ([1]). Or, celles-ci ne varieront, de quantités comparables à leurs valeurs totales, que sur des étendues considérables (par rapport à la longueur d'onde); de sorte que leurs propres dérivées seront comparativement négligeables. Ainsi, l'on regardera comme des *constantes, à côté de* L', M', N', I, les dérivées en x, y, z de ces quatre quantités; et, par suite, *les dérivées de* L', M', N' *seront celles de* I, *multipliées par* λ, μ, ν.

III. Dès lors, les dérivations en t, x, y, z des expressions (1) de ξ, η, ζ se feront, évidemment, en multipliant la fonction différentiée par $-k\sqrt{-1}$ et par les facteurs respectifs *constants*

$$(3) \qquad -1, \quad L + \frac{\sqrt{-1}}{kI}\frac{dI}{dx}, \quad M + \frac{\sqrt{-1}}{kI}\frac{dI}{dy}, \quad N + \frac{\sqrt{-1}}{kI}\frac{dI}{dz}.$$

Donc les équations de mouvement prendront la forme (2), mais où, dans les polynomes $\varphi, \chi, \psi, \ldots, \psi_2$ en L, M, N, chaque paramètre L, M, N se trouvera accru de la *différentielle imaginaire* correspondante $\frac{\sqrt{-1}}{kI}\frac{dI}{d(x, y, z)}$. Le déterminant, toujours astreint à s'annuler, sera donc, aux facteurs

([1]) On peut toujours, si on le désire, annuler un quelconque de ces trois écarts : rien n'empêche, en effet, d'appeler I, par exemple, le quotient de L' par λ.

près $k\sqrt{-1}$ supprimés, $F(L, M, N) + \frac{\sqrt{-1}}{kI}\left(\frac{dF}{dL}\frac{dI}{dx} + \frac{dF}{dM}\frac{dI}{dy} + \frac{dF}{dN}\frac{dI}{dz}\right)$; et comme les constantes L, M, N auront été choisies de manière que $F(L, M, N) = 0$, il viendra simplement

$$(4) \qquad \frac{1}{I}\left(\frac{dF}{dL}\frac{dI}{dx} + \frac{dF}{dM}\frac{dI}{dy} + \frac{dF}{dN}\frac{dI}{dz}\right) = 0.$$

A cette condition, les deux des équations (2) qui, dans le cas $I = \text{const.}$, avaient donné L', M', N' proportionnels à λ, μ, ν, seront encore compatibles avec la troisième et assureront à L', M', N' des rapports, *variables*, peu différents de ceux de λ, μ, ν ou revenant pratiquement au même; car ce seront les rapports mêmes des polynomes λ, μ, ν où L, M, N seraient remplacés par les trois dernières expressions (3).

Ainsi, la fonction I, ou $e^{i+j\sqrt{-1}}$, de x, y, z, n'est astreinte qu'à vérifier l'équation (4).

Séparons, dans celle-ci, le réel de l'imaginaire. A cet effet, appelons

(5) P, Q, R les parties réelles et $\sqrt{-1}(\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R})$ les parties imaginaires

des trois dérivées partielles de F en L, M, N, qui sont des polynomes; et observons, d'autre part, que les quotients, par I, des dérivées de I, sont les dérivées analogues de $i + j\sqrt{-1}$. Il viendra

$$(6) \qquad \begin{cases} P\frac{di}{dx} + Q\frac{di}{dy} + R\frac{di}{dz} = \mathfrak{P}\frac{dj}{dx} + \mathfrak{Q}\frac{dj}{dy} + \mathfrak{R}\frac{dj}{dz}, \\ P\frac{dj}{dx} + Q\frac{dj}{dy} + R\frac{dj}{dz} = -\left(\mathfrak{P}\frac{di}{dx} + \mathfrak{Q}\frac{di}{dy} + \mathfrak{R}\frac{di}{dz}\right), \end{cases}$$

ou bien, en divisant par $\sqrt{P^2 + Q^2 + R^2}$, appelant

$$K \text{ le radical } \sqrt{\frac{\mathfrak{P}^2 + \mathfrak{Q}^2 + \mathfrak{R}^2}{P^2 + Q^2 + R^2}}$$

et traçant, à partir du point (x, y, z), suivant les deux directions *constantes* (P, Q, R), $(\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R})$, deux chemins infiniment petits ds, ds',

$$(7) \qquad \frac{di}{ds} = K\frac{dj}{ds'}, \qquad \frac{dj}{ds} = -K\frac{di}{ds'}; \qquad \text{d'où} \qquad \frac{d^2(i, j)}{ds^2} + K^2\frac{d^2(i, j)}{ds'^2} = 0.$$

IV. Cela posé, coupons par les plans parallèles aux deux directions (P, Q, R), $(\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R})$ la face d'entrée, dans le corps opaque, de la lumière incidente; et, dans l'un quelconque de ces plans, prenons pour axe des Y

la section obtenue, en lui associant un axe des X normal, dirigé vers l'intérieur du corps opaque. Si α, α' sont les deux angles aigus (positifs ou négatifs), faits avec les X par les deux directions (P, Q, R), ($\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$), les deux premières relations (7) deviendront aisément

$$(8)\quad \begin{cases} \dfrac{di}{dX}\cos\alpha - K\dfrac{dj}{dX}\cos\alpha' = -\dfrac{di}{dY}\sin\alpha + K\dfrac{dj}{dY}\sin\alpha', \\ K\dfrac{di}{dX}\cos\alpha' + \dfrac{dj}{dX}\cos\alpha = -K\dfrac{di}{dY}\sin\alpha' - \dfrac{dj}{dY}\sin\alpha. \end{cases}$$

On voit qu'elles déterminent partout $\dfrac{d(i,j)}{dX}$ en fonction des $\dfrac{d(i,j)}{dY}$, et qu'elles feront, par conséquent, connaître i, j de proche en proche, à partir de la face d'entrée $X = 0$, où le *coefficient d'amplitude* e^i est arbitrairement donné pour toutes les valeurs de Y et où la *constante j de phase* est, de même, connue. L'intégration des deux équations simultanées (8) complétera donc la solution du problème.

V. Le coefficient e^i d'amplitude offre un intérêt particulier, puisque son carré sera partout proportionnel à l'intensité de l'éclairement, abstraction faite de l'exponentielle décroissante impliquée dans le dernier facteur de (1) et exprimant l'absorption en quelque sorte *normale*. Et l'on pourra, pour cette raison, appeler *rayons lumineux* les lignes du plan le long desquelles les valeurs de i se transmettront, ou dont l'équation sera $i = \text{const.}$ Il y a donc lieu de formuler à part les lois qui régissent i.

Et d'abord, au départ de la face d'entrée où s'annule la dérivée de j en Y, l'élimination de j entre les deux équations (8) donne

$$(9)\qquad (\text{pour } X = 0)\qquad \frac{di}{dX} + \frac{\cos\alpha\sin\alpha + K^2\cos\alpha'\sin\alpha'}{\cos^2\alpha + K^2\cos^2\alpha'}\frac{di}{dY} = 0.$$

Or, si l'on appelle ρ, *dans le plan* des XY, l'*angle de réfraction*, les deux cosinus directeurs du rayon lumineux y seront $\cos\rho$, $\sin\rho$; et la condition (9) donnera aisément, pour déterminer ρ, la formule

$$(10)\qquad \tang\rho = \frac{1 + K^2\dfrac{\sin 2\alpha'}{\sin 2\alpha}}{1 + K^2\dfrac{\cos^2\alpha'}{\cos^2\alpha}}\tang\alpha.$$

Grâce à ce que le coefficient d'amplitude e^i est connu sur toute la face d'entrée $X = 0$, et à (9) qui y fournira la dérivée première de i en X, la

troisième équation (7), aux dérivées partielles secondes de i, achèvera de déterminer partout cette fonction i et, par suite, les rayons lumineux [1].

VI. Le cas le plus simple est celui d'un corps *transparent*, où, L, M, N, F(L, M, N) étant réels et P, Q, R égalant les trois dérivées partielles de $F(l, m, n)$, $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$, K s'annulent, et la direction de ds s'obtient en joignant l'origine au point de contact de l'onde plane $lx + my + nz = 1$, partie de cette origine depuis l'unité de temps, avec l'enveloppe de toutes les ondes planes analogues, censées orientées suivant tous les sens (l, m, n). Alors la première équation (7) exprime que i reste invariable le long même des chemins $\int ds$, et que, par suite, les rayons lumineux se confondent avec les droites données par la construction d'Huygens ou de Fresnel.

Vient ensuite le cas d'un milieu *translucide*, où les parties imaginaires de L, M, N, et les coefficients de $\varphi, \chi, \ldots, \psi_2$ figurant dans F(L, M, N) multipliés par $\sqrt{-1}$, sont assez faibles pour avoir leurs carrés et produits négligeables. Alors F(L, M, N) comprend une partie principale $\mathfrak{F}(l, m, n)$, identique à son expression *dans le milieu rendu transparent par la suppression de ces petits coefficients,* plus une petite partie tout entière affectée de $\sqrt{-1}$; en sorte que le dédoublement de l'équation $F(L, M, N) = 0$ donne $\mathfrak{F}(l, m, n) = 0$, pour déterminer la vitesse ω de propagation et la construction de l'onde courbe. De même, les dérivées de F(L, M, N) ont pour partie *principale* et *réelle* les dérivées mêmes de $\mathfrak{F}(l, m, n)$. Par suite, P, Q, R sont identiques à ces dérivées de $\mathfrak{F}(l, m, n)$; et $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$, K ont leurs carrés négligeables. La troisième équation (7) et la relation définie (9) deviennent donc

$$(11) \qquad \frac{d^2 i}{ds^2} = 0, \qquad (\text{pour } X = 0) \quad \frac{di}{dX} + \frac{di}{dY}\operatorname{tang}\alpha = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{di}{ds} = 0.$$

C'est dire que *les rayons lumineux* $i = \text{const.}$ *se confondent,* aux quantités près négligées du second ordre, *avec les chemins rectilignes* $\int ds$, *donnés eux-mêmes par la construction d'Huygens ou de Fresnel dans le milieu censé rendu transparent comme il vient d'être dit.*

---

[1] On peut voir, aux pages 584 à 587 du Tome II cité plus haut, l'application, à un corps *isotrope,* de cette théorie générale des rayons lumineux dans les milieux opaques homogènes, et l'explication qu'elle donne des dispersions *anomales* produites par ces milieux.

PATHOLOGIE. — *Sur le Surra et sur la différenciation des Trypanosomiases*, par MM. A. LAVERAN et F. MESNIL.

On a l'habitude de désigner sous le nom de *Surra* des maladies épizootiques ou enzootiques des Équidés, des Camélidés, des Bovidés et des Canidés de l'Inde, de la Birmanie, de l'Indo-Chine, des Indes néerlandaises, des îles Philippines et de Maurice, dues à un trypanosome vu pour la première fois par G. Evans, aux Indes, en 1880.

Jusqu'ici le Surra, à l'exception de celui de Maurice, n'a été étudié expérimentalement que dans les pays d'origine. Aucune comparaison définitive n'a donc été faite entre ces virus d'origines variées, qui peut-être appartiennent à plusieurs espèces. Aussi, bien que l'origine indienne du Surra de Maurice ne fasse pas de doute pour nous [1], avons-nous saisi avec plaisir l'occasion qui nous a été offerte [2] de faire cette comparaison entre le Surra de Maurice et celui de l'Inde.

Au point de vue morphologique, nous n'avons relevé aucune différence importante entre les trypanosomes des deux origines, que nous avons particulièrement comparés dans le sang du chien et de la souris. Les dimensions sont sensiblement les mêmes. Les granulations cytoplasmiques, quand elles existent, ne sont jamais ni très nombreuses, ni très grosses, et sont localisées dans la moitié antérieure du corps. L'extrémité postérieure, de forme variable, est généralement effilée; la partie post-centrosomique est très courte (moins de 1^{μ} à $4^{\mu},5$). La membrane ondulante présente des plis généralement très marqués, en nombre variable de 3 à 5, et même jusqu'à 6.

L'action pathogène sur les animaux de laboratoire révèle quelques différences dans la virulence des deux trypanosomes.

La première *souris*, qui nous a été apportée d'Angleterre, avait été inoculée avec 1^{cm^3} de sang de cobaye; elle n'a montré des trypanosomes dans son sang que 9 jours après et elle est morte en 18 jours $\frac{1}{2}$. Depuis, les souris inoculées avec le sang de cobaye se sont montrées beaucoup plus sensibles. Inoculées sous la peau avec un sang riche en

(1) A. LAVERAN et F. MESNIL, *Trypanosomes et Trypanosomiases*, Paris, 1904, p. 221.

(2) Je remercie M. Ch.-J. Martin, directeur du *Lister Institute*, pour l'offre gracieuse qu'il a bien voulu me faire du virus indien. Ce virus lui a été apporté de l'Inde par A. Lingard; il provient d'un chameau. — F. M.

parasites, elles ont succombé en 5 jours $\frac{1}{2}$ à 10 jours $\frac{1}{2}$ avec incubations de 3 à 6 jours. Inoculées dans le péritoine, la mort survient en 3 jours $\frac{1}{2}$ à 8 jours $\frac{1}{2}$ (incubation 1 à 4 jours).

Après passage par rat ou souris, le virus s'exalte pour la souris, qui, inoculée sous la peau, meurt en 3 jours $\frac{1}{2}$ à 8 jours $\frac{1}{2}$ (moyenne 6 jours) avec 2 à 4 jours d'incubation et, inoculée dans le péritoine, en 2 jours $\frac{1}{2}$ à 3 jours $\frac{1}{2}$ (moins de 1 jour d'incubation).

Une souris grise sauvage, inoculée sous la peau, est morte en 7 jours $\frac{1}{2}$ (incubation 4 jours).

Sauf pour la première souris et quelques-unes des autres souris inoculées sur cobaye, le nombre des trypanosomes dans le sang ne subit jamais de baisse jusqu'au moment de la mort où il est au moins égal aux nombre des hématies. La rate hypertrophiée pèse généralement 1^g chez une souris de 20^g.

Quatre *rats* ont été inoculés avec du sang de souris riche en trypanosomes, deux dans le péritoine, deux sous la peau. Dans le premier cas, l'incubation a été inférieure à 24 heures et la mort est survenue en 3 jours $\frac{1}{2}$ et 4 jours. Dans le second cas, l'incubation a été de 3 jours et 3 jours $\frac{1}{2}$; mort en 5 jours $\frac{1}{2}$ et 6 jours $\frac{1}{2}$.

Deux *chiens* ont succombé en 12 et 13 jours. Incubation 3 jours. Fièvre continue avec température entre 39° et 40°, pouvant même dépasser 40°, jusqu'à la mort. Trypanosomes abondants dans le sang avec une période de diminution vers le milieu de la maladie. Aucune lésion externe. Amaigrissement considérable; le second chien, de 7^{kg}, était tombé à $4^{kg},800$. Hypertrophie de la rate : exemple, 60^g chez le chien de 7^{kg}.

Les quatre premiers *cobayes,* inoculés avec le sang de la première souris, sont morts en 76 à 88 jours (moyenne 80). Les suivants (de passage par cobaye) ont succombé plus vite (de 20 à 77 jours). La durée moyenne, portant sur l'ensemble des cobayes (13) est de 57 jours.

Après une durée d'incubation de quelques jours, assez variable d'ailleurs, les trypanosomes apparaissent dans le sang et y restent en plus ou moins grand nombre (souvent nombreux), jusqu'à la mort. Nous n'avons noté aucune lésion externe.

Deux *lapins* inoculés, l'un dans le péritoine, l'autre sous la peau, avec du sang de souris, sont morts en 27-28 jours très amaigris, mais sans lésions externes. L'examen microscopique journalier du sang a été négatif sauf le septième jour chez le premier lapin, et les 4 ou 5 derniers jours chez les deux; mais le sang était infectant à très petite dose pour la souris.

Une *chèvre* de 31^{kg}, inoculée le 9 février sous la peau de l'oreille avec 1^{cm^3} de sang de cobaye à trypanosomes assez nombreux, a montré des parasites à l'examen microscopique les 13, 14, 15 et 18 février; on n'en a plus revu à l'examen journalier qui n'a été abandonné que le 11 mars; mais l'inoculation à la souris montre que la chèvre est toujours fortement infectée. La chèvre a montré une forte réaction thermique qui a débuté le cinquième jour; pendant un mois, la température est rarement descendue au-dessous de 40°; il y a eu plusieurs poussées à 41° et même une fois à 41°,5. Depuis le 15 mars, la température est au voisinage de 39°.

Un *bovidé* neuf inoculé à Alfort a contracté une infection des plus caractérisées (v. *infra*).

D'une façon générale, notre Surra de l'Inde s'est montré plus virulent

pour les animaux de laboratoire que le Surra de Maurice. Les rats et les souris inoculés sous la peau avec ce dernier virus succombent en 11 jours (chiffre moyen) avec 5 jours d'incubation (¹); de plus, les animaux résistent encore 2 à 3 jours, alors que les trypanosomes sont très nombreux dans le sang. Les souris et rats inoculés avec le Surra de l'Inde s'infectent plus vite et, lorsque les trypanosomes arrivent à être très nombreux, ils succombent généralement dans les 24 heures. De même, nous voyons les chiens succomber en 12 jours avec le Surra de l'Inde; avec celui de Maurice, la mort survenait en 25 à 30 jours (moyenne 28). Avec les cobayes également, on a des chiffres moins élevés.

Mais nous savons qu'il ne faut attribuer à ces différences, à la vérité assez légères, qu'une valeur toute relative, et, pour s'en convaincre dans le cas présent, il suffit de citer les chiffres de Lingard pour la durée de résistance des chiens infectés expérimentalement avec le virus de l'Inde ($14\frac{1}{2}$, 21, $27\frac{1}{2}$, 29, 34, 36, 47 et 97 jours).

A notre demande, MM. Vallée et Panisset ont expérimenté à l'école d'Alfort le Surra de l'Inde sur des Bovidés ayant l'immunité pour le Surra de Maurice; ces observateurs ont bien voulu nous remettre la Note suivante :

Deux veaux bretons sont inoculés de Surra de Maurice le 6 juillet 1903; la maladie évolue chez eux et, pendant plusieurs mois, il est possible de déceler la présence de trypan. dans le sang. Au bout d'une année, les trypan. ne sont plus décelables et une réinoculation du même virus pratiquée le 19 juillet 1904 permet de constater que ces animaux ont acquis l'immunité contre le Surra de Maurice.

Deux inoculations successives avec le virus de la Mbori pratiquées les 8 août et 19 septembre 1904 restent sans effet (²).

Le 15 décembre 1904, les deux veaux sont inoculés avec du sang de cobaye très riche en trypan. du Surra indien, en même temps qu'une vache bretonne neuve devant servir de témoin. Le sang recueilli les 23 et 30 décembre 1904 chez la vache infecte à très petite dose les souris et les cobayes, celui des veaux n'est pas infectant même à très forte dose. Le 18 janvier 1905, on recueille chez chacun des veaux 100^{cm^3} de sang qui sont injectés immédiatement, par moitié, dans le péritoine de deux chiens. Les quatre animaux inoculés sont encore indemnes le 20 mars.

La vache témoin a eu une infection grave à laquelle elle a failli succomber, son sang est encore infectant (mars 1905).

Cette expérience établit indiscutablement l'identité du Surra indien et du Surra de Maurice.

(¹) LAVERAN et MESNIL, *Op. cit.*, p. 234.
(²) *Comptes rendus*, 1904, t. CXXXIX, p. 901.

Cette expérience très intéressante et très concluante est une nouvelle application d'une méthode qui a donné déjà d'excellents résultats dans l'étude des trypanosomiases (comme dans celle des maladies virulentes en général) et qui peut se résumer ainsi : deux trypanosomiases voisines étant données, rechercher si les animaux ayant acquis l'immunité pour l'une d'elles sont aptes ou non à contracter la seconde.

Dans un récent travail ([1]), le professeur R. Koch a émis l'opinion que les expériences basées sur cette méthode, qui nous ont permis de séparer le Surra du Nagana, n'étaient pas concluantes pour les motifs suivants :

1° Les expériences ont été faites sur des chèvres, c'est-à-dire sur des animaux qui sont très peu sensibles au Surra et qui, par suite, sont très peu aptes à l'étude de cette maladie.

2° Les animaux qui paraissent avoir acquis l'immunité pour une trypanosomiase conservent pendant longtemps des trypanosomes et, si le sang de la chèvre immunisée contre le Nagana et inoculée ensuite de Surra s'est montré virulent, c'est peut-être que cet animal était encore infecté de Nagana.

3° De ce que des animaux ayant acquis l'immunité pour un trypanosome s'infectent quand on leur inocule un trypanosome d'une autre origine, on ne peut pas conclure qu'il s'agit de parasites d'espèces différentes, des animaux qui résistent à une variété peu virulente d'un trypanosome pouvant être infectés par une variété plus virulente.

Il nous paraît assez facile de répondre à notre éminent contradicteur.

1° Pour se procurer des animaux immunisés contre le Surra ou le Nagana, on ne peut pas, bien entendu, avoir recours aux espèces chez lesquelles ces infections sont toujours mortelles et l'on est obligé d'employer des animaux, tels que les chèvres, chez lesquels ces trypanosomiases peuvent se terminer spontanément ([2]) par guérison. Le Surra et le Nagana sont d'ailleurs loin de produire, chez les Caprins, des infections aussi légères que semble le croire R. Koch; plusieurs chèvres ont succombé au cours de nos expériences sur ces trypanosomiases. La rareté des trypanosomes dans le sang des chèvres infectées n'est pas un motif suffisant pour

---

([1]) R. Koch, *Ueber die Trypanosomenkrankheiten* (*Deutsche med. Wochenschr.*, 1904, n° 47).

([2]) Chose curieuse, les animaux guéris d'une trypanosomiase à l'aide d'un traitement, par l'acide arsénieux et le trypanroth, par exemple, n'ont pas l'immunité pour cette trypanosomiase.

déclarer ces animaux impropres à l'expérimentation, puisqu'il est facile de constater, à l'aide des animaux d'épreuve, si l'infection existe ou non et même à quel degré, d'après la rapidité plus ou moins grande avec laquelle ces animaux s'infectent et d'après la quantité de sang qui est nécessaire pour produire l'infection.

Nos expériences sur des chèvres ont été confirmées d'ailleurs par des expériences sur des Bovidés que Koch ne mentionne pas. Vallée et Carré ont montré qu'une vache ayant l'immunité pour le Nagana restait sensible au Surra (1). Vallée et Panisset ont constaté de même, par des expériences sur des Bovidés, que les animaux ayant l'immunité pour le Surra ne s'infectaient pas de Mbori et ils ont pu en conclure que la Mbori n'était qu'une forme du Surra (2).

La même méthode a donné de bons résultats pour l'étude d'autres trypanosomiases et les chèvres n'ont pas été les seuls animaux employés. Au cours de nos recherches, une chèvre et un mouton immunisés contre le Nagana se sont montrés aussi sensibles au Caderas que des animaux neufs (3). Lignières a fait la contre-partie de cette expérience en établissant qu'un bœuf, un mouton et un porc guéris de Caderas étaient aussi sensibles au Nagana que les animaux neufs des espèces corespondantes (4). Enfin Nocard et Lignières ont constaté que des chiens ayant l'immunité pour la Dourine se montraient aussi sensibles au Nagana et au Caderas que les animaux neufs (5).

2° Des animaux guéris en apparence d'une trypanosomiase, et paraissant avoir acquis l'immunité pour cette maladie, peuvent conserver pendant assez longtemps des trypanosomes dans leur sang; cela est vrai, mais on tomberait dans une véritable exagération en faisant de ces infections latentes une règle générale dans les trypanosomiases. Il ne paraît pas douteux qu'un grand nombre d'animaux qui guérissent se débarrassent complètement de leurs trypanosomes. Nous pensons que c'était le cas de la chèvre guérie de Nagana, qui ne réagissait plus aux injections de sang nagané, dont le sang n'était plus infectant, qui, à la suite de l'inoculation du Surra, a réagi et

(1) Vallée et Carré, *Comptes rendus,* 19 octobre 1903.
(2) Vallée et Panisset, *Comptes rendus,* 21 novembre 1904.
(3) Laveran et Mesnil, *Comptes rendus,* 17 novembre 1902.
(4) Lignières, *Bol. Agricult. y Ganad.,* Buenos Aires, 1er février 1903.
(5) Nocard, *Soc. de Biologie,* 4 mai 1901. — Lignières, *Riv. Soc. med. argent.,* t. X, 1902, p. 112-114.

dont le sang est devenu infectant à très petite dose pour les animaux d'épreuve.

L'expérience rapportée plus haut ne nous semble laisser aucun doute sur le fait de la guérison complète des deux veaux qui, inoculés successivement avec le Surra de Maurice, avec la Mbori et avec le Surra de l'Inde, ont fourni en fin de compte du sang qui, inoculé à très forte dose à des chiens (2 chiens inoculés sur chaque veau avec 50^{cm^3} de sang chacun), n'était pas infectant.

Nous nous sommes assurés que, chez les rats ayant l'immunité pour *Trypan. Lewisi*, à la suite d'une atteinte de cette trypanosomiase, le sang n'était plus infectant. Trois rats guéris ont été saignés à blanc et la totalité du sang a été injectée dans le péritoine de rats neufs qui ne se sont pas infectés. Un des rats d'épreuve inoculé postérieurement avec le *Trypan. Lewisi* a contracté une infection intense, ce qui prouve que la première inoculation n'avait pas produit chez lui d'infection même légère.

3° Un animal qui a résisté à un virus faible s'infecte quelquefois lorsqu'on lui inocule un virus fort de même espèce. C'est là un fait connu, aussi avons-nous prévenu l'objection en inoculant le virus le moins fort à des animaux ayant acquis l'immunité pour le virus le plus fort. C'est le cas de notre chèvre qui, immunisée pour le Nagana, s'est infectée de Surra. C'est le cas du Bovidé de Vallée et Carré qui s'est infecté de Surra dans les mêmes conditions. Il n'est pas douteux que le Nagana du Zoulouland, avec lequel nous avons expérimenté, ne soit plus virulent que le Surra de Maurice.

Le fait qu'un animal immunisé pour une variété d'un trypanosome se réinfecte quand on lui inocule une variété plus virulente du même trypanosome, ne peut pas être accepté d'ailleurs comme une règle; il semble plutôt que ce soit une exception. Dans l'expérience rapportée plus haut, on voit que des Bovidés immunisés avec le Surra de Maurice ne se sont pas infectés avec le virus du Surra de l'Inde, qui est cependant plus virulent que le premier.

En résumé : 1° Le Surra de Maurice est de même espèce que le Surra de l'Inde;

2° On peut admettre, à l'heure actuelle, pour le Surra, trois variétés qui sont, par ordre de virulence décroissante : le Surra de l'Inde, le Surra de Maurice et la Mbori;

3° La méthode qui nous a servi à différencier le Surra du Nagana a donné aussi d'excellents résultats pour l'étude des variétés du Surra.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les plantes houillères des sondages d'Éply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle).* Note de M. R. ZEILLER.

Dans les Notes présentées par eux aujourd'hui même à l'Académie (¹), M. Cavallier et M. Nicklès font connaître les résultats des sondages exécutés pour la recherche de la houille à Pont-à-Mousson, à Éply et à Lesménils et dont l'un, celui de Pont-à-Mousson, vient de rencontrer une couche de houille de $0^{m},70$ d'épaisseur. Les empreintes végétales contenues dans les carottes extraites de ces sondages avaient permis, depuis plusieurs mois déjà, d'affirmer qu'ils avaient atteint le terrain houiller et de rapporter les couches traversées à l'étage westphalien.

Dans la première quinzaine de juillet 1904, le sondage d'Éply avait traversé, en effet, des schistes rougeâtres ou violacés qu'à leur facies on eût pris pour des schistes permiens, mais dans lesquels on avait recueilli, entre 681^{m} et $684^{m},50$ de profondeur, de nombreuses empreintes que MM. Nicklès et Villain voulurent bien soumettre immédiatement à mon examen. J'y avais reconnu les espèces suivantes :

Sphenopteris affine à *Sph. obtusiloba* Brongt., mais non déterminable avec précision; *Sphen. quadridactylites* Gutbier; *Sphen. Cœmansi* Andræ; *Pecopteris pennæformis* Brongt.; *Nevropteris gigantea* Sternberg; *Nevr. heterophylla* Brongt.; *Nevr. rarinervis* Bunbury; *Linopteris obliqua* Bunbury (sp.) (*L. sub-Brongniarti* Gr. Eury). — *Sphenophyllum* sp., probablement assimilable aux formes les plus découpées du *Sphen. cuneifolium* Sternb., var. *saxifragæfolium*. — *Cordaites principalis* Germar (sp.); *Cordaicarpus Cordai* Geinitz (sp.).

C'était là une flore westphalienne bien caractérisée, avec deux des espèces typiques des régions élevées du westphalien, *Nevropteris rarinervis* et *Linopteris obliqua,* qui apparaissent dans le bassin de Valenciennes vers le haut de la zone moyenne et abondent dans la zone supérieure.

Un peu plus bas, dans les schistes gris traversés entre $684^{m},50$ et 690^{m}, on avait rencontré :

Nevropteris heterophylla; Nevr. rarinervis; Nevr. tenuifolia Schlot. (sp.); *Linopteris obliqua,* accompagné d'autres feuilles du même type générique, mais à nervation plus finement anastomosée, correspondant exactement aux formes du bassin

(¹) Voir *infra*, p. 893 et 896.

de la Sarre figurées par M. Potonié [1] comme *Lin. neuropteroides* Gutbier (sp.); *Calamites* cf. *Cisti* Brongt.; *Stigmaria ficoides* Sternb. (sp.).

Enfin, à 735m et 738m, on a observé : *Pecopteris plumosa* Artis (sp.); *Lin. obliqua*, *Lin. neuropteroides*; et *Sphenophyllum cuneifolium*, var. *saxifragæfolium*.

Les échantillons du sondage de Lesménils, recueillis à diverses profondeurs comprises entre 805m et 1134m, et qui m'avaient été communiqués par M. Villain au commencement du mois de février dernier, n'étaient pas moins probants; j'y avais constaté les espèces ci-après :

Sphenopteris obtusiloba Brongt.; *Sphen.* cf. *Damesi* Stur; *Pecopteris pennæformis*; *Lonchopteris Defrancei* Brongt. (sp.); *Mariopteris muricata* Schlot. (sp.); *Mar. latifolia* Brongt. (sp.); *Alethopteris lonchitica* Schlot. (sp.); *Al. Davreuxi* Brongt. (sp.); *Nevropteris* cf. *Scheuchzeri* Hoffm.; *Nevr. gigantea*; *Linopteris neuropteroides*. — *Sphenophyllum emarginatum* Brongt.; *Sphen. cuneifolium*, var. *saxifragæfolium*. — *Cingularia typica* Weiss (épi). *Calamites Cisti* Brongt. — *Lepidophloios?* (rameaux mal conservés); *Lepidophyllum majus* Brongt.; *Lepidostrobus variabilis* Lindl. et Hutt. — *Cordaites borassifolius* Sternb. (sp.); *Cord.* cf. *principalis*; *Dorycordaites palmæformis* Gæpp. (sp.); *Cordaicarpus Cordai*.

On remarque dans cette liste deux espèces, *Lonchopteris Defrancei* et *Cingularia typica*, qui n'ont été observées jusqu'ici que dans le seul bassin houiller de la Sarre, dans l'étage de Sarrebrück [2], et dont la présence est par conséquent intéressante, en ce qu'elle attesterait, s'il en était besoin, qu'on a bien affaire ici à un prolongement de ce bassin.

Enfin, les échantillons du sondage de Pont-à-Mousson que M. Cavallier a bien voulu me communiquer, recueillis à des profondeurs comprises entre 810m et 818m, c'est-à-dire à peu de distance du toit de la couche de de houille, m'ont offert :

Mariopteris muricata; *Alethopteris* cf. *Serli* Brongt. (sp.) *Linopteris neuropteroides*. — *Sphenophyllum cuneifolium*, var. *saxifragæfolium*. — *Sigillaria* sp. (Sigillaire à côtes étroites, décortiquée). — *Cordaites* cf. *principalis*; *Cordaicarpus Cordai*.

Si l'ensemble de ces espèces indique nettement le westphalien, c'est-à-dire l'étage de Sarrebrück (*Saarbrücker Schichten*), il ne permet pas cependant de préciser exactement à quelle zone de cet étage peuvent être

(1) H. Potonié, *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste*, Lief. II, 28.

(2) Le *Lonch. Defrancei* a été, il est vrai, d'après M. Potonié, retrouvé dans le bassin de la Ruhr, mais sur un seul point, à la mine de Gladbeck.

identifiées les couches rencontrées dans ces sondages. Il y a, comme on sait, dans le bassin de la Sarre deux zones productives, séparées par un intervalle stérile de 350^{m} à 500^{m} d'épaisseur, les *untere Saarbrücker Schichten*, la zone des charbons gras, correspondant à peu près à la zone moyenne du bassin de Valenciennes, et les *mittlere Saarbrücker Schichten*, la zone des charbons flambants, comprenant deux horizons, dont l'inférieur correspondrait à la zone supérieure du bassin de Valenciennes, l'horizon supérieur renfermant déjà quelques espèces de la flore stéphanienne qui ne se montrent pas dans le Pas-de-Calais, même dans les couches les plus élevées. Mais la flore de la zone inférieure de Sarrebrück et celle de l'horizon inférieur de la zone moyenne ne diffèrent guère l'une de l'autre que par le degré de fréquence de certaines espèces, ainsi qu'il ressort des listes communiquées par M. Potonié à M. Leppla [1], et ce sont là des différences qui ne sauraient être appréciées en connaissance de cause sur les quelques échantillons que peuvent fournir des carottes de sondages.

Quelques espèces, comme *Mariopteris latifolia*, *Alethopteris Serli*, *Nevropteris rarinervis*, seraient, il est vrai, de nature à faire songer à un niveau relativement élevé; mais outre, qu'elles apparaissent déjà dans le bassin de Valenciennes vers le haut de la zone moyenne, certaines autres, comme *Cingularia typica*, répandu surtout dans l'étage inférieur de Sarrebrück, donneraient plutôt l'impression inverse, et en fin de compte l'incertitude même où l'on est, pour l'attribution de la flore recueillie dans ces sondages, entre la zone inférieure et la zone moyenne, pourrait donner à penser qu'elle correspond à un niveau intermédiaire, les schistes traversés au sondage de Lesménils représentant en ce cas le niveau stérile intercalé entre les deux zones productives de Sarrebrück. Mais ce n'est là qu'une pure présomption, ou plutôt même qu'une simple possibilité, et il est impossible quant à présent, non seulement de rien affirmer, mais de conclure même à une probabilité dans l'un ou l'autre sens. Au surplus, au point de vue pratique, n'est-il pas certain qu'à la distance où l'on est des parties, même les moins éloignées, actuellement explorées du bassin de Sarrebrück, on retrouvera aux mêmes niveaux géologiques la même constitution minéralogique, la même richesse en combustible minéral; il suffit de rappeler, pour se mettre en garde contre des assimilations trop hâtives, quelles différences on observe, dans le bassin de Valenciennes, dans la constitution des

---

[1] A. LEPPLA, *Geologische Skizze des Saarbrücker Steinkohlengebirges*, 1904, p. 22 et 28.

dépôts d'un même âge suivant qu'on a affaire à la région du Nord ou bien à celle du Pas-de-Calais.

Quoi qu'il en soit, et quelque réserve qu'il convienne de garder au point de vue industriel, les résultats actuellement acquis constituent dès maintenant un remarquable succès au point de vue géologique : dans l'étude qu'il avait faite en 1902, M. Nicklès concluait (¹) qu'on pouvait, dans la région de Pont-à-Mousson, « compter dans une certaine mesure sur l'arasement » des terrains primaires, et que, sans pouvoir rien affirmer, il était permis « d'*espérer* que, l'arête anticlinale ayant été arasée, le permien et le houiller supérieur stériles auraient été balayés par la transgression triasique ». Or c'est là précisément, ainsi que l'atteste la constitution de la flore, ce qui s'est trouvé réalisé : les sondages sont passés directement du trias inférieur dans le westphalien, et l'on ne pouvait demander une prévision scientifique plus exacte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés monochlorés du méthylcyclohexane.* Note de MM. PAUL SABATIER et ALP. MAILHE.

Le méthylcyclohexane, issu de l'hydrogénation directe du toluène par la méthode Sabatier et Senderens (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1254), subit régulièrement des substitutions sous l'action du chlore gazeux, au voisinage de la température ordinaire. Le fractionnement du liquide obtenu en sépare un produit monochloré, de formule $C^7H^{13}Cl$, qui bout à 157°-159° sous la pression ordinaire, en se décomposant un peu, et qui est semblable à celui que Milkowski avait obtenu par la chloruration directe de l'heptanaphtène du Caucase. Le liquide qui demeure est formé de dérivés chlorés supérieurs, d'odeur assez infecte, qui se décomposent partiellement quand on les distille sous pression ordinaire : en faisant la distillation sous 25mm, on sépare des produits dichlorés $C^7H^{12}Cl^2$, passant de 120° à 130°; des dérivés trichlorés $C^7H^{11}Cl^3$, passant de 140° à 155°; des dérivés tétrachlorés $C^7H^{10}Cl^4$, passant de 180° à 200°. Contrairement à ce qui avait lieu pour le cyclohexane (²), nous n'avons pu jusqu'à présent obtenir aucun produit cristallisé.

(¹) R. NICKLÈS, *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle et des points où il faut la chercher*, p. 16. Nancy, 1902.

(²) PAUL SABATIER et A. MAILHE, *Comptes rendus*, 27 juillet 1903.

Le dérivé monochloré a été préparé en grande quantité et, malgré des rectifications réitérées, le point d'ébullition est demeuré compris entre 157° et 159°, sans qu'il ait été possible de resserrer davantage cet intervalle de températures. Nous en avons conclu que c'est un mélange de deux ou de plusieurs dérivés chlorés isomères, et nous nous sommes proposé d'en élucider la constitution.

La formule assignée au méthylcyclohexane :

$$CH^3 - CH \begin{matrix} \diagup CH^2 - CH^2 \diagdown \\ \diagdown CH^2 - CH^2 \diagup \end{matrix} CH^2$$

permet de prévoir l'existence de cinq dérivés monochlorés de formule différente, le chlore pouvant être substitué, soit dans le terme CH^3 (dérivé chloré primaire), soit dans le terme CH (dérivé chloré tertiaire), soit dans les termes CH^2, (2, 3 ou 4) (dérivés chlorés secondaires ortho, méta ou para). Ces cinq composés sont les éthers chlorhydriques des cinq alcools correspondants, issus du méthylcyclohexane. Nous avons donc préparé ces cinq éthers, en faisant réagir à froid le perchlorure de phosphore sur chacun des alcools : cette formation donne toujours lieu à la séparation d'une certaine dose de carbure naphtylénique C^7H^{12}.

Le *méthylolcyclohexane*, $C^6H^{11}.CH^2OH$, préparé par l'action du trioxyméthylène sur le chlorure de cyclohexylmagnésium (¹), fournit le dérivé chloré primaire $C^6H^{11}.CH^2Cl$, liquide incolore, d'odeur analogue à celle du chlorocyclohexane, $d_0^0 = 1,0038$. Il bout sans décomposition appréciable à 166° sous 760^{mm} (corr.).

Les trois *méthylcyclohexanols secondaires*, préparés facilement par l'hydrogénation directe des trois crésols sur le nickel réduit (²), fournissent de même les trois dérivés secondaires $CH^3.C^6H^{10}Cl$.

Le dérivé ortho bout à 156° en se décomposant un peu. Sa densité est $d_0^0 = 1,001$.

Le dérivé méta bout à 157°, avec une légère décomposition : $d_0^0 = 1,011$.

Le dérivé para bout à 158°, sans décomposition appréciable : $d_0^0 = 0,992$.

Le *méthylcyclohexanol* 1.1 (*tertiaire*), préparé par l'action de la cyclohexanone sur l'iodure de méthylmagnésium (³), fournit le chlorure tertiaire,

---

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, 1er août 1904.

(²) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, 6 février 1905.

(³) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, 30 mai 1904.

qui bout à 148°-151° en se détruisant assez fortement : $d_0^0 = 0,996$. Ce dernier chlorure avait déjà été préparé par Markownikoff et Tscherdynzeff (*Chem. Centralb.*, 1900, t. II, p. 630).

Si l'on compare les points d'ébullition des cinq chlorures à celui du dérivé chloré direct du méthylcyclohexane, on en conclut que celui-ci ne contient en proportion appréciable ni le chlorure primaire, ni le chlorure tertiaire, mais qu'il peut renfermer les trois chlorures secondaires.

Pour résoudre la question, nous avons, avec une molécule entière ($132^g,5$) du dérivé chloré direct, préparé, selon la méthode Grignard, le composé chloromagnésien correspondant :

$$Mg\begin{cases} Cl \\ C^6H^{10}.CH^3, \end{cases}$$

et nous avons soumis ce dernier à l'action prolongée d'oxygène pur et sec. Ainsi que l'a indiqué M. Bouveault, l'oxydation se produit avec dégagement de chaleur, et fournit une masse solide cristalline que l'eau froide décompose en oxychlorure de magnésium et alcool, correspondant au dérivé chloré primitif.

Nous avons ainsi obtenu un mélange de méthylcyclohexanols passant de 163° à 174°; le fractionnement l'a séparé en deux fractions : l'une, représentant à peu près les $\frac{2}{5}$ de la dose totale, passe de 164° à 166°; l'autre, qui comprend environ les $\frac{3}{5}$, passe de 171° à 173°. Il n'y a pas de méthylcyclohexanone.

La première fraction est formée d'*orthométhylcyclohexanol*, bouillant à 165°. Nous avons vérifié que son phényluréthane, prismes assez solubles dans l'alcool froid, fond à 105°-106°, comme le phényluréthane de l'alcool ortho.

La seconde fraction correspond aux points d'ébullition des deux alcools *méta* et *para*. Pour en reconnaître la nature, nous avons préparé le phényluréthane, qui, soumis à la cristallisation fractionnée dans l'alcool froid, se sépare en cristaux aciculaires assez solubles fondant à 95°, et une quantité beaucoup moindre de cristaux peu solubles fondant au-dessus de 110°. Le premier est le dérivé méta, le second est le dérivé para [1].

On voit donc que le dérivé monochloré direct, fourni par l'action du

---

[1] Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, 6 février 1905.

chlore sur le méthylcyclohexane et rectification du produit à la pression ordinaire, est constitué à peu près par :

$\frac{2}{5}$ de chlorure secondaire ortho ;

$\frac{3}{5}$ de chlorure secondaire méta, associé à une petite quantité du chlorure ortho. Il n'y demeure pas en proportion appréciable de chlorure primaire, ni de chlorure tertiaire.

Pourtant les analogies indiquent que c'est ce dernier qui doit prendre naissance de préférence dans l'action directe du chlore sur le carbure. Mais sans doute soit pendant la réaction elle-même, à cause de la chaleur qu'elle développe, soit pendant la rectification, le chlorure tertiaire se dédouble en acide chlorhydrique et méthylcyclohexène 1.1. Ces deux derniers peuvent se recombiner, le chlore se plaçant en position ortho. Le chlorure ortho ainsi engendré est plus stable que le tertiaire, mais il subit toutefois une destruction analogue, donnant de l'acide chlorhydrique et du méthylcyclohexène 1.2. Ces deux derniers peuvent se recombiner en engendrant du chlorure méta. Enfin une petite portion de celui-ci se dissocie de même en acide chlorhydrique et méthylcyclohexène 1.3, dont la recombinaison fournit une certaine dose du chlorure para. Finalement, tout le chlorure tertiaire primitif a disparu, laissant seulement un mélange des chlorures secondaires ortho, méta, avec un peu de para.

M. **Grandidier**, présentant une série de Cartes de l'archipel arctique américain, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, au nom de leur auteur, M. Isachsen, capitaine de cavalerie dans l'armée norvégienne, une série de Cartes à diverses échelles de l'archipel arctique américain qui est situé au nord de la baie de Baffin et au nord-ouest du Groenland entre 75° et 82° de latitude nord, et 82° et 109° de longitude ouest de Paris.

Ces Cartes ont été levées par le capitaine Isachsen, qui était le topographe de l'expédition Sverdrup, pendant les quatre années et demie que la mission est restée dans ces régions ; elles apportent une très notable addition à nos connaissances sur les terres polaires. En effet, la plus grande partie de l'énorme surface que couvre l'archipel arctique était inconnue. Les Cartes dressées par M. Isachsen nous révèlent un amas de grandes îles dont il a tracé les contours avec exactitude : côte nord de North Devon, côtes sud et ouest des Terres du Roi Oscar et de Grant, îles d'Heiberg, de Ringnes et du Roi Christian, chenal du Prince Royal Gustave qui les sépare.

M. Sverdrup a inséré dans le récit de son voyage la Carte d'ensemble de ces terres à $\frac{1}{2000000}$, d'après les levés du capitaine Isachsen; mais les Cartes à grande échelle des alentours de la baie de Buchanan et du Jones Sound, que j'ai l'honneur de déposer aujourd'hui sur le bureau de l'Académie et qui sont à $\frac{1}{200000}$, sont inédites. Le courage et le soin avec lesquels M. Isachsen a fait ses levés dans ces régions inhospitalières, où le travail est si dur et si pénible, méritent nos éloges.

M. A. Giard fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences.* (Conférence faite au Congrès des Sciences et Arts de l'Exposition de Saint-Louis.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *W. Gibbs*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. van't Hoff obtient la majorité absolue des suffrages.

M. van't Hoff est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. S.-W. Burnham adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride pour la recherche de la première comète périodique de Tempel* (1867 II) *en* 1905. Note de M. R. Gautier, présentée par M. Lœwy.

Découverte en 1867, observée de nouveau en 1873 et en 1879, la première comète périodique de Tempel n'a pas été revue à des retours prévus de 1885, de 1892 et de 1898. Il est inutile de revenir ici sur l'histoire de

cette comète dont j'ai donné un aperçu dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 2 mai 1898 [1]. Je rappelle seulement que les perturbations exercées par Jupiter sur le mouvement de la comète ont eu pour effet d'augmenter, dans une forte proportion, la distance périhélie de la comète; elle est actuellement presque le double de ce qu'elle était en 1867. Puis, il est probable que l'éclat intrinsèque de la comète a diminué.

Doit-on, pour cela, la considérer dès maintenant comme dissipée et perdue pour nous? C'est possible, mais ce n'est pas du tout certain, et il m'a semblé qu'il fallait tenter encore une fois sa recherche cette année. Voici, en particulier, pourquoi : Le retour de 1898 se faisait dans de mauvaises conditions, l'opposition de la comète ayant eu lieu, cette année-là, six mois avant l'époque du passage au périhélie. Le retour de 1905 se présente beaucoup mieux, le passage au périhélie se produisant au printemps, peu avant l'opposition.

Je n'ai cependant pas jugé nécessaire de continuer le calcul des perturbations exercées par Jupiter de 1898 à 1905 sur le mouvement de la comète. Cette période correspond à un éloignement toujours très grand des deux astres et l'action troublante de la planète a dû être faible, comme elle l'avait été de 1873 à 1879 et de 1885 à 1892. Je suis donc parti, pour le calcul de l'éphéméride de 1905, des éléments de l'orbite que j'avais obtenus en 1898 [2]. Ces éléments donnent, comme date du passage au périhélie, le 19 avril 1905. Pour tenir un peu compte de l'action des planètes, action qui se manifeste en général par un retard, j'ai reporté cette date au 20 avril à minuit. Je n'ai rien changé aux valeurs des autres éléments, et j'ai basé mes calculs sur le système d'éléments suivants :

$T = 1905$, avril 20,5, t. m. Berlin.	$i = 10°47'2$	équinoxe moyen 1905.
$\mu = 542'',68$.	$\Omega = 72°41'7$	
$\varphi = 23°42'0$.	$\varpi = 168°40'3$	

Le calcul des perturbations n'ayant pas été fait pour la dernière période, de 1898 à 1905, et l'exactitude de la valeur du moyen mouvement diurne d'un astre, qui n'a pas été observé depuis 26 ans bientôt, ne pouvant pas être garantie, j'ai admis que l'époque du passage au périhélie pouvait être erronée de $\pm$ 12 jours, et j'ai calculé trois éphémérides parallèles, en fixant cette date au 2,5 mai, au 20,5 avril et au 8,5 avril. Pour l'éphéméride centrale, calculée sur les éléments ci-dessus, l'opposition doit avoir lieu le 6 juin à une distance de 1.11 de la Terre. Pour les deux autres, l'opposition aurait lieu quelques jours avant et après. Cette triple éphéméride sera publiée tout au long dans les *Astronomische Nachrichten*. J'en donne seulement ici une partie en me bor-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1257.
[2] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1259.

nant à fournir les positions de la comète de 4 en 4 jours pour minuit, temps moyen de Berlin.

Éphéméride pour minuit, temps moyen de Berlin.

Date.	T = mai 2,5.		T = avril 20,5.		T = avril 8,5.	
1905.	α 1905,0.	δ 1905,0.	α 1905,0.	δ 1905,0.	α 1905,0.	δ 1905,0.
	h m s	° ′	h m s	° ′	h m s	° ′
Mars 27,5	16.53.26	−16. 9,9	17.16.18	−18. 2,3	17.38.19	−19.36,5
31,5	57. 7	27,9	20.46	21,1	43.30	54,9
Avril 4,5	17. 0.23	46,2	24.51	40,2	48.20	−20.13,6
8,5	3.14	−17. 5,0	28.32	59,8	52.48	32,9
12,5	5.35	24,3	31.48	−19.20,0	56.52	52,8
16,5	7.28	44,4	34.37	41,1	18. 0.32	−21.13,5
20,5	8.52	−18. 5,4	36.58	−20. 3,3	3.45	35,4
24,5	9.45	27,4	38.49	26,5	6.30	58,4
28,5	10. 6	50,5	40.10	50,9	8.46	−22.22,6
Mai 2,5	9.55	−19.14,6	40.58	−21.16,5	10.31	48,1
6,5	9.13	39,7	41.13	43,4	11.44	−23.15,1
10,5	8. 1	−20. 5,8	40.56	−22.11,4	12.25	43,5
14,5	6.20	32,9	40. 8	40,4	12.33	−24.13,3
18,5	4.14	−21. 0,7	38.50	−23.10,3	12. 9	44,1
22,5	1.45	28,9	37. 4	40,9	11.13	−25.16,0
26,5	16.58.58	57,4	34.52	−24.11,9	9.48	48,5
30,5	55.57	−22.26,0	32.18	43,0	7.53	−26.21,5
Juin 3,5	52.48	54,3	29.26	−25.13,9	5.34	54,5
7,5	49.37	−23.22,2	26.22	44,2	2.54	−27.27,1
11,5	46.29	49,4	23.11	−26.13,5	17.59.58	58,9
15,5	43.30	−24.15,9	19.59	41,6	56.50	−28.29,5

Il ne me reste plus qu'à exprimer le vœu que les observatoires, qui disposent d'instruments à grand pouvoir optique ou d'instruments photographiques appropriés à la recherche des astres faibles, veuillent bien scruter attentivement le ciel dans les régions comprises entre les limites extrêmes de cette éphéméride. Il serait de la plus haute importance, pour la théorie de cette comète intéressante, que l'on pût enfin obtenir quelques observations au cours de cette opposition, qui se présente mieux que la précédente, au point de vue de la distance à la Terre. La position de la comète est, en revanche, assez australe et les observatoires qui seront le mieux placés pour sa recherche sont ceux qui sont situés à des latitudes basses de notre hémisphère ou dans l'hémisphère austral.

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de Coulomb*. Note de M. L. Lecornu, présentée par M. Painlevé.

Les observations que M. Painlevé a bien voulu formuler, dans la séance du 13 mars, au sujet de ma Communication du 7, appellent de ma part quelques explications complémentaires. Ainsi que je l'ai indiqué, mon but était simplement d'établir la possibilité de concilier la loi de Coulomb sur le frottement de glissement avec les équations de la dynamique, en tenant compte de l'élasticité des solides naturels. Il est incontestable que la moindre force appliquée à un pareil solide entraîne une déformation correspondante, et c'est là un fait qu'on n'a pas le droit de négliger *a priori*. Pour le faire figurer dans les calculs, j'ai supposé la proportionnalité de chaque force élémentaire au déplacement de son point d'application : c'est l'hypothèse usitée dans la théorie de la résistance des matériaux. J'ai examiné séparément l'influence de la déformation normale, puis celle de la déformation tangentielle, et montré que chacune d'elles suffit, à elle seule, pour faire disparaître les difficultés signalées. Sans doute, il serait plus logique de considérer simultanément les deux effets; mais on compliquerait ainsi le problème sans grand profit pour la discussion des principes; d'ailleurs la part d'influence de chaque mode de déformation dépend de la constitution des corps mis en présence.

Maintenant, on peut se demander jusqu'à quel point les résultats auxquels je suis parvenu doivent être tenus pour vraisemblables : c'est là une question d'appréciation.

Ainsi que le fait remarquer M. Painlevé, l'accélération du mouvement d'enfoncement du disque, calculée en négligeant la déformation tangentielle, est supérieure à l'accélération en chute libre et elle est en outre d'autant plus grande que la planche est plus résistante; mais le temps nécessaire pour anéantir la vitesse de glissement diminue à mesure que cette accélération augmente, de sorte que je ne vois là rien de paradoxal. Quant à la grandeur des forces mises en jeu, elle est analogue à celle que l'on constate dans tous les phénomènes de percussion.

En ce qui concerne l'exemple cité sous le n° 5 par M. Painlevé, l'équation n'est vraie que si le point C n'est soumis à aucune traction. S'il existe une traction T, cette équation devient

$$N - \frac{l^2 \sin\theta \cos\theta}{K^2 + l^2 \cos^2\theta}(F - T) = \frac{MK^2(g + \omega^2 l \sin\theta)}{K^2 + l^2 \cos^2\theta},$$

et, dans ces conditions, il n'est plus permis de dire que C doit s'arrêter avant que θ ait atteint la valeur θ_1, si grande que soit la traction T. Relativement à l'exemple du n° 6, il n'est pas douteux que, si $\tan g\varphi < f$, la roue ne peut être mise en mouvement par un couple agissant dans le sens indiqué : à l'état statique un pareil couple n'aurait, suivant moi, d'autre effet que d'appliquer fortement la roue contre ses guides, ce qui permettrait le développement de la force tangentielle nécessaire pour équilibrer le couple. C'est là un fait d'*arcboutement* analogue à ceux qui se rencontrent couramment dans la statique des systèmes doués de frottement. Ajoutons que, plus le couple serait grand, plus les pressions normales seraient considérables, et que ces pressions produiraient un surécartement des guides, en vertu duquel la roue se coincerait de plus en plus, en glissant sur le guide dénué de frottement et roulant sur l'autre.

En somme, l'arcboutement statique est connu depuis longtemps, et sa constatation expérimentale constitue une vérification de la loi de Coulomb; les phénomènes dont il s'agit présentement ne sont autre chose que des cas d'*arcboutement dynamique*, différant des autres par l'intervention des forces d'inertie, qui prennent momentanément des valeurs considérables. Il serait assurément intéressant de soumettre à leur tour ces phénomènes au contrôle de l'expérience; mais, lors même que les prévisions du calcul se trouveraient déjouées, tout ce qu'on pourrait en conclure, c'est que la loi de Coulomb est physiquement fausse : on ne serait pas fondé à ajouter qu'elle est incompatible avec les principes généraux de la Mécanique, et il demeurerait loisible d'imaginer l'existence de solides élastiques obéissant à cette loi.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un nouveau dispositif pour l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle.* Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. H. Deslandres.

Lorsqu'on veut étudier par les méthodes interférentielles les diverses radiations d'un spectre un peu complexe, il est nécessaire d'isoler ces diverses radiations et de les étudier séparément. On est amené, pour cela, à former un spectre de la source qu'on étudie et à isoler avec une fente une radiation de ce spectre, pour l'envoyer ensuite dans l'appareil interférentiel. C'est ce que nous avons fait, M. Perot et moi, pour appliquer notre méthode des franges de lames argentées ([1]) au spectre du fer et au spectre

([1]) Fabry et Perot, *Théorie et applications d'une nouvelle méthode de spectroscopie interférentielle* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVI, 1899, p. 115).

solaire (¹). L'emploi de ce dispositif n'est pas sans présenter quelques difficultés : il est difficile de séparer des raies très rapprochées, à moins d'employer des fentes extrêmement fines qui laissent passer fort peu de lumière; l'observateur qui regarde les anneaux d'interférence ne sait pas par quelle radiation ces anneaux sont produits, et il faut employer des dispositifs convenables pour éviter toute confusion; enfin, l'emploi de cette méthode ne permettrait sans doute pas l'étude de l'ultra-violet par la photographie : il faudrait un tâtonnement peu commode pour amener sur la fente une raie non visible et, si même ce problème était résolu, on ne pourrait ainsi étudier qu'une radiation après l'autre, et l'on perdrait un des grands avantages de la méthode photographique, qui est de donner en une pose les matériaux nécessaires à de nombreuses études.

Ces considérations m'ont amené à étudier le dispositif suivant, qui fait disparaître ces difficultés. Il s'applique à toutes les méthodes interférentielles; je supposerai qu'on veuille l'appliquer à la méthode des franges de lames argentées, qui présente de grands avantages.

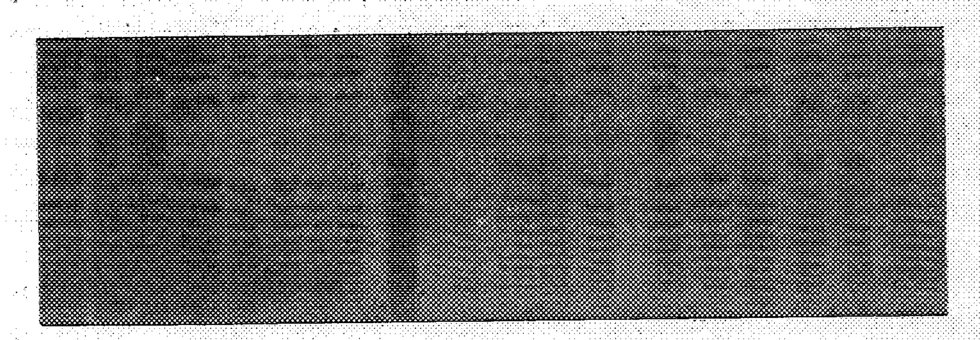
On veut étudier un spectre formé de nombreuses raies brillantes, tel que le spectre du fer dans l'arc électrique. La source de lumière est placée au foyer d'une lentille d'une dizaine de centimètres de distance focale, et le faisceau émergent traverse l'appareil interférentiel, composé de deux surfaces de verre argentées, placées en regard et rigoureusement parallèles. On sait que cet appareil donne, en lumière monochromatique, des anneaux d'interférence localisés à l'infini. Une lentille, placée à la suite, projette dans son plan focal une image de ces anneaux. Ils n'y sont pas directement observables à cause du grand nombre de radiations monochromatiques superposées, qui produiraient une confusion inextricable; il s'agit de les séparer. Je place pour cela, dans le plan focal où ces anneaux viennent se peindre, la fente d'un spectroscope sans astigmatisme. Cette fente étant laissée un peu large, on verra, dans l'oculaire du spectroscope, chaque raie sous forme d'un rectangle, dans lequel se dessinent les anneaux correspondants. Si les radiations du spectre ne sont pas très nombreuses, on peut laisser la fente très large, et observer des anneaux complets; si les raies sont serrées, on rétrécira la fente, et l'on verra seulement des portions d'anneaux, parfaitement suffisantes pour toutes les études. On peut arriver à une fente presque linéaire, et chaque raie apparaît alors comme formée de points brillants séparés par des espaces sombres; la position de ces points brillants fournit les mêmes renseignements que donne, dans le cas ordinaire, l'aspect des anneaux.

Dans tous les cas, on a une vue d'ensemble du spectre, et l'on ne peut commettre aucune erreur sur la radiation que l'on examine. Tous les anneaux sont, à la fois, concentrés sur le petit rectangle correspondant, et une seule pose photographique permet

(¹) Fabry et Perot, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXV, 1902.

de les obtenir tous à la fois. Enfin, la lumière est beaucoup mieux utilisée que dans l'ancien procédé.

La figure ci-dessous, qui représente la partie bleue du spectre du titane dans l'arc électrique, donne une idée des épreuves obtenues par cette méthode. L'observation est faite avec une fente large.



Comme appareil interférentiel, je me sers, selon les cas, de l'*interféromètre* (¹), dans lequel la distance des surfaces argentées est variable à volonté, ou d'*étalons* (²) dans lesquels cette distance est fixe et le réglage parfaitement stable. Quant à l'appareil dispersif, il doit avoir un pouvoir séparateur d'autant plus grand que les raies du spectre étudié sont plus serrées; il est indispensable qu'il soit dénué d'astigmatisme. Je me suis servi d'abord du spectroscope que M. Jobin et moi avons récemment décrit (³); il donne des images excellentes, très lumineuses, et tous les organes de réglage sont à portée de la main de l'observateur; les prismes de mon appareil étant en flint lourd, j'étais limité dans l'ultra-violet à la longueur d'onde 380 environ. Les réseaux plans peuvent être employés sans difficultés; ils ne donnent pas d'astigmatisme si la fente est au foyer de la lentille collimatrice; il est vrai que les images sont déformées (l'image des anneaux circulaires est, en général, elliptique), mais cela n'entraîne aucun inconvénient. Il faut alors, outre le réseau, deux objectifs, qui doivent être en quartz si l'on veut étudier les petites longueurs d'onde. Quant aux réseaux concaves, on les utilise ordinairement sans objectif, mais leur fort astigmatisme, qui ne gêne pas dans les observations spectroscopiques ordinaires, empêche de les employer ainsi pour l'usage actuel.

(¹) FABRY et PEROT, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. XXII, 1901.

(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série.

(³) *Journ. de Phys.*, 4ᵉ série, t. III, 1904, p. 204.

Le seul cas où l'astigmatisme n'existe pas est celui où la fente est au foyer d'une lentille et la diffraction normale, mais on n'évite pas ainsi l'emploi d'un objectif.

Dans l'étude de l'ultra-violet, on sera arrêté par le défaut de transparence du verre qui porte les couches d'argent, et par le faible pouvoir réflecteur de ce métal pour certaines radiations ; il ne serait probablement pas impossible de remplacer le verre argenté par du quartz recouvert d'un autre métal.

La même méthode est applicable aux spectres continus avec raies sombres, tels que le spectre solaire.

PHYSIQUE. — *Électromètre à sextants et à aiguille neutre.* Note de M. Guinchant, présentée par M. Haller.

Les difficultés que l'on rencontre, dans l'électromètre à quadrants, pour charger l'aiguille tout en lui conservant une grande mobilité et un zéro fixe, m'ont engagé à chercher un dispositif permettant de faire agir les forces électriques par influence seulement sur l'aiguille mobile. Celle-ci peut alors être suspendue pas un fil de cocon qui l'isole complètement ou par un fil de soie artificielle qui la maintient au potentiel du crochet de suspension. Le couple directeur sera donné soit par une suspension bifilaire, soit plutôt par un minuscule barreau aimanté permettant de faire varier la sensibilité au moyen d'un aimant directeur.

Les secteurs reliés aux sources d'électricité sont au nombre de six, placés dans un même plan au-dessous de l'aiguille; les secteurs opposés par le sommet sont reliés entre eux. Les deux secteurs centraux, de grande surface, constituent une sorte de 8 évasé autour du centre et couvrent un angle d'environ 80°; de part et d'autre sont situés, à une très faible distance, des secteurs plus petits couvrant chacun un angle moitié moindre. Au-dessus du plan des secteurs se trouve l'aiguille formée par une lame de mica argentée, dont la rigidité est assurée par quatre étroites bandes de mica collées de champ. Elle recouvre la totalité des secteurs centraux et le tiers environ des secteurs latéraux. Des palettes de mica produisent l'amortissement.

La théorie de cet instrument est exactement la même que celle de l'électromètre à quadrants; elle conduit à la même formule. On peut considérer un secteur latéral,

l'aiguille et la moitié d'un secteur central comme formant un système de deux condensateurs en cascade. Soient $2C$ la capacité constante d'un secteur central et de l'aiguille, c, c' les capacités des secteurs latéraux avec l'aiguille. Les capacités des systèmes formés par la moitié du secteur central et chaque paire de secteurs latéraux seront

$$\gamma = \frac{Cc}{C+c}, \qquad \gamma' = \frac{Cc'}{C+c'}.$$

Lorsque l'aiguille aura tourné d'un angle α, les forces électrostatiques produiront un couple dont le moment, égal au quotient d'un travail virtuel par le déplacement angulaire, sera

$$\frac{1}{2} d\gamma \frac{(V-\rho)^2}{d\alpha} + \frac{1}{2} d\gamma' \frac{(\rho'-V)^2}{d\alpha},$$

or,

$$d\gamma = \frac{C^2}{(C+c^2)} dc, \qquad d\gamma' = \frac{C^2}{(C+c')^2} dc'.$$

Mais dc et dc' sont proportionnels à $d\alpha$,

$$dc = -dc' = k\frac{R^2}{e} d\alpha,$$

R étant le rayon de l'aiguille et e sa distance aux secteurs.

Comme C est beaucoup plus grand que c et c', et comme d'autre part les déviations sont faibles à partir de la position de repos pour laquelle $c = c'$, on peut considérer comme égaux les rapports $\frac{c}{C}$ et $\frac{c'}{C}$. En désignant par k le couple de torsion, l'équation d'équilibre devient

$$k\alpha = \frac{k}{2} \frac{R^2}{e} \frac{C^2}{(C+c)^2} [(V-\rho)^2 - (\rho'-V)^2],$$

$$\alpha = A(\rho' - \rho)\left(V - \frac{\rho+\rho'}{2}\right).$$

Le modèle d'étude que j'ai construit moi-même sur ce principe donne une déviation de 310^{mm} par volt sur une échelle à 1^m avec une pile de charge de 200 éléments volta. Le couple directeur était donné par un fragment d'acier aimanté, sans aimant compensateur. La distance de l'aiguille au plan des secteurs était de $2^{mm},5$.

J'ai vérifié les conséquences de la formule théorique.

En doublant le nombre des éléments de charge, en dressant les sextants et l'aiguille avec assez de précision pour pouvoir diminuer de moitié leur distance, je ne doute pas d'obtenir sans difficulté une déviation de 1^{mm} par millivolt sur une échelle à 1^m.

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxydation des métaux à froid en présence de l'ammoniaque.* Note de MM. C. MATIGNON et G. DESPLANTES.

Le mélange acide chlorhydrique et oxygène constitue un agent de chloruration même avec les métaux du groupe du platine ([1]). Nous avons fait quelques essais pour établir que la présence de l'ammoniaque facilite aussi souvent l'oxydation des métaux, comme le fait est connu depuis longtemps pour le cuivre. Nous nous sommes adressés surtout à des éléments formant des oxydes solubles dans l'ammoniaque.

Les métaux, convenablement divisés pour augmenter leur surface d'action, étaient agités mécaniquement dans de grands flacons remplis d'oxygène, avec 10^{cm^3} de solution ammoniacale contenant $2^g,55$ de AzH^3; on facilitait ainsi à la fois le renouvellement des surfaces et le mélange des corps réagissants. Dans la plupart des cas, les expériences ont été faites comparativement dans deux flacons contenant l'un la solution ammoniacale et l'autre un même volume d'eau pure.

Cobalt. — On a opéré avec du cobalt réduit par l'hydrogène et préparé à partir d'un oxyde rigoureusement pur. La réduction a été effectuée à haute température pour rendre le métal aussi inactif que possible. La solution ammoniacale se teinte très vite en rouge brun; on arrête l'agitation après 40 heures de réaction. L'absorption de l'oxygène est rendue manifeste par la diminution de pression constatée à l'ouverture du flacon. $3^g,084$ de cobalt ont alors cédé $0^g,0558$ de métal à la solution, qui contient surtout la base des sels appelés par Frémy *fuscocobaltiques.*

Nickel. — 3^g de nickel réduit à température élevée ont été traités par le cobalt; après 40 heures d'agitation, la solution ammoniacale, qui présentait une teinte bleu clair, contenait en dissolution $0^g,1187$ de nickel. Les mêmes faits peuvent être simplement observés en abandonnant à l'air, dans un verre, les métaux au contact de la solution ammoniacale.

Chrome. — Le chrome, préparé par l'aluminium ou par le charbon au four électrique ne présente aucune oxydation en présence de l'ammoniaque à la température ordinaire. On ne constate ni absorption d'oxygène, ni coloration de la solution, ni changement d'aspect du métal.

Argent. — Stas avait déjà remarqué que la solution ammoniacale, laissée au contact de l'argent en présence de l'air, dissout des traces de métal ([2]). Nous avons opéré avec $2^g,709$ d'argent préparé par la réduction d'un sel d'argent à l'aide du sulfite d'ammonium en présence du cuivre (procédé Stas). Après 60 heures d'agitation à froid, on a pu précipiter de la solution $0^g,0406$ de chlorure d'argent correspondant à $0^g,0305$ de métal dissous.

([1]) C. MATIGNON, *Comptes rendus,* t. CXXXIV, p. 1497 et t. CXXXVII, p. 1051.

([2]) STAS, *Œuvres complètes,* t. I, p. 453.

Cadmium. — $4^g,285$ de cadmium en limaille agités pendant 60 heures ont abandonné à la solution $0^g,1336$ de métal en formant un liquide incolore.

Zinc. — Le zinc, comme on le sait, s'oxyde lentement en présence de l'eau, l'ammoniaque n'active pas sensiblement l'oxydation, $3^g,206$ de zinc en limaille agités pendant 24 heures, soit avec de l'eau, soit avec de l'ammoniaque, ont donné dans le premier cas $0^g,4363$ de zinc oxydé, soit 13,6 pour 100, et dans le second $0^g,6278$, soit 19,58 pour 100. La différence semble tenir ici à un phénomène physique, la dissolution de l'oxyde de zinc dans l'ammoniaque qui, en rendant libre la surface du métal, augmente la vitesse d'attaque.

Étain. — L'étain de s'oxyde pas à froid en présence d'oxygène, d'eau et d'ammoniaque; aucune trace de métal ne passe en solution et celui-ci n'éprouve pas la modification superficielle.

Molybdène. — Le molybdène a été préparé à partir d'acide molybdique bien purifié et la réduction a été effectuée à haute température. Le métal, agité pendant 30 heures avec de l'eau et de l'ammoniaque, a donné dans les deux cas une diminution de pression d'oxygène, mais la quantité d'oxygène absorbé était plus grande avec l'ammoniaque. Les solutions contenaient l'une du molybdate d'ammoniaque et l'autre de l'oxyde bleu soluble, mais dans des proportions bien différentes; sur 1^g de métal $0^g,585$, soit 58,5 pour 100, s'étaient dissous dans l'ammoniaque et seulement $0^g,064$ (6,4 pour 100) dans l'eau. L'analyse du molybdène non dissous a d'ailleurs montré qu'il n'était point sensiblement oxydé.

Du molybdène, préparé au four électrique et traité dans les mêmes conditions, nous a fourni des résultats comparables.

Tungstène. — Le tungstène, préparé par la méthode de M. Delépine ([1]), a été traité comme précédemment pendant 60 heures. $3^g,815$ ont donné finalement, comme métal oxydé :

Avec l'ammoniaque.....	$2^g,592$	soit.....	67,8 pour 100
Avec l'eau............	$0^g,1423$	soit.....	3,73 pour 100

Mercure. — Le mercure, qui se rapproche beaucoup du cuivre dans sa façon de se comporter avec les acides, s'oxyde assez rapidement en présence d'ammoniaque; il se forme la base de Millon. On évite autant que possible la décomposition de cette base instable en opérant à l'abri de la lumière. Le produit jaune, mêlé avec du mercure divisé non attaqué, noircit par le sulfure de carbone, blanchit avec le gaz carbonique et se dissout en partie dans l'acide acétique en formant un acétate un peu soluble; l'acide chlorhydrique réagit aussi immédiatement en formant un produit blanc insoluble. Tous ces caractères sont ceux de la base de Millon.

En opérant avec $12^g,66$ de mercure, en présence d'oxygène souvent renouvelé et en prolongeant l'agitation pendant trois semaines, on n'a pu oxyder complètement le mercure qui restait encore, en petite quantité, sous forme de globules brillants dilués dans la masse jaune.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 184.

En résumé, la présence de l'ammoniaque rend possible ou active à la température ordinaire l'oxydation lente d'un grand nombre de métaux, mercure, argent, nickel, cobalt, molybdène, tungstène, etc.; on retrouve ici, quoique avec un degré moindre, une propriété connue depuis longtemps pour le cuivre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Études cryoscopiques faites dans l'acide cyanhydrique.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Haller.

D'après les mesures de Kahlenberg, la constante diélectrique de l'acide cyanhydrique est supérieure à celle de l'eau; si donc les idées émises par Nernst et Thomson sont justifiées, les corps électrolytiquement dissociés par l'eau doivent l'être à un plus haut degré par l'acide prussique.

Deux sortes de recherches pouvaient être instituées en vue de voir s'il en est réellement ainsi : 1° l'étude des conductibilités des solutions cyanhydriques; 2° l'étude de leurs points de congélation. La première a été faite par Kahlenberg (*Journ. of phys. Ch.*, t. VI, p. 447); j'ai abordé la seconde, sans avoir toutefois la prétention de dépasser une précision de 5 pour 100 environ.

Voici les résultats de mes recherches :

L'acide cyanhydrique, distillé sur l'anhydride phosphorique, fond à 13°,34 au-dessous de zéro; c'est du moins le nombre que j'ai observé à plusieurs reprises, et qui doit être assez précis, puisque M. A. Gautier a indiqué —14° en n'utilisant toutefois qu'un thermomètre divisé en degrés.

Dans ce qui suit, je désigne par Δ_T l'abaissement du point de congélation et par K la quantité $\frac{M\Delta_T}{P}$, où M est le poids moléculaire du corps dissous et P le poids de ce corps dissous dans 100g d'acide prussique.

I. — *Alcool absolu.*

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,16	19,6	1,82	19,2
0,42	19,4	2,85	18,7
1,04	19,1	3,40	18,3

II. — *Chloroforme.*

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,12	19,7	0,88	19,3
0,45	19,4	2,09	18,7

III. — *Benzène* (fondant à 5°,45).

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,30	18,7	1,71	16,7
0,59	19	2,22	16
0,64	18,2	3,7	14,2
0,85	17,7		

IV. — *Eau.*

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,50	19,1	2,94	16
1,35	18,3	3,71	15,2
2,04	16,7	5,3	14

V. — *Acide trichloracétique* (renfermant une trace d'eau).

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,74	20,5	1,94	18,9
1,06	19,7	2,07	18
1,40	18,3		

VI. — *Acide sulfurique* (fondant de 10°,28 à 10°,48).

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,31	19,2	2,12	19,2
0,98	19,9	2,68	19,9
1,66	19,5	3,04	19,6

VII. — *Iodure de potassium.*

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,035	40	0,82	40
0,14	40	1	39,8

VIII. — *Nitrate de potassium.*

Δ_T.	K.	Δ_T.	K.
0,20	40,3	0,32	40,2
0,31	38,9		

Dans les mesures VII et VIII je me suis arrêté quand la solution était presque saturée.

On voit que les courbes obtenues en portant les Δ_T en abscisses et les K en ordonnées sont des droites descendant vers l'axe des Δ_T lorsqu'on envi-

sage l'alcool, le chloroforme, le benzène et l'eau. Leurs ordonnées à l'origine sont presque les mêmes, elles sont comprises entre 19 et 20; ce nombre doit donc représenter la constante cryoscopique de l'acide cyanhydrique.

La même ordonnée à l'origine se rencontre chez les droites correspondant aux cas des acides trichloracétique et sulfurique. Les idées que l'on se fait des ions nous conduisent alors à tirer la conséquence suivante : les deux acides, quoique fortement dissociés électrolytiquement en solutions aqueuses, ne le sont pas sensiblement en solutions cyanhydriques de mêmes concentrations, et ceci s'accorde parfaitement avec les observations de Kahlenberg, d'après lequel ces solutions sont mauvaises conductrices. Les idées de Nernst ne s'appliquent donc pas dans ce cas, du moins sans corrections.

Par contre, d'après Kahlenberg, les solutions cyanhydriques des sels de potassium sont meilleures conductrices que les solutions aqueuses de même concentration. Or j'ai trouvé justement qu'elles fournissent des abaissements doubles de ceux observés dans les six premiers cas; tout se passe donc ici comme si l'iodure et le nitrate de potassium étaient presque complètement dissociés en deux ions.

J'ajouterai que, dans tous les cas étudiés, la distillation m'a permis de récupérer à l'état de pureté la presque totalité de l'acide cyanhydrique utilisé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthylate ferrique*. Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. A. Ditte.

En 1884, Grimaux ([1]) annonça qu'il avait préparé l'éthylate ferrique $Fe^2(C^2H^5O)^6$ à l'état de liquide ou de vernis brun, en traitant le perchlorure de fer anhydre, en solution dans l'alcool absolu, par 6^{mol} d'éthylate de sodium. D'après ce savant, il se dépose du chlorure de sodium pur et, dans la liqueur, il ne reste plus de chlore.

Traité par l'eau, le liquide brun se coagule plus ou moins vite, suivant la quantité d'eau ajoutée; mais, au début, la solution présente tous les caractères des composés préparés par M. Béchamp en solution aqueuse et dont j'ai établi récemment la vraie nature ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, 1884, p. 105.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 310.

Si réellement l'éthylate ferrique ne renfermait pas de chlore, il permettrait de préparer par addition d'eau l'hydrate ferrique soluble *hypothétique* ; il serait lui-même l'alcoolate ferrique soluble. Au point de vue de la nature des combinaisons ferriques dites *complexes*, ce point étant d'une importance capitale, j'ai cru devoir reprendre l'étude de l'éthylate ferrique.

En opérant dans les mêmes conditions indiquées par Grimaux, on observe tout d'abord que le précipité obtenu n'est jamais blanc. Il est toujours ferrugineux et ne peut être considéré comme du chlorure de sodium pur.

En ajoutant l'éthylate de sodium molécule par molécule, on obtient toujours un précipité ferrugineux, et l'on constate que la réaction de l'éthylate sur le perchlorure se produit très lentement, comme dans le cas d'une éthérification. Le précipité ferrugineux n'est pas insoluble dans l'alcool absolu; il ne le devient qu'à la longue. En solution alcoolique se produit une réaction semblable à celle que l'on obtient en ajoutant, dans une solution aqueuse de chlorure ferrique, des oxydes (de plomb, d'argent, etc.) dont les chlorures sont insolubles dans l'eau. Il se forme un composé soluble de la modification brune ou jaune et un précipité renfermant tout l'oxyde ajouté avec du fer. Ce précipité, pendant quelque temps, est soluble dans l'eau.

Quand on a ajouté un peu plus de 5^{mol} d'éthylate de sodium au perchlorure de fer, on obtient, en attendant un temps suffisant pour permettre à la réaction de se produire complètement, un composé brun, renfermant plus de 1^{mol} de sesquioxyde de fer pour 1^{mol} de chlore. Ce composé est soluble quand on le traite par l'eau. En continuant l'addition de l'éthylate, on prépare toute une série de termes qui deviennent identiques aux composés de la modification brune, lorsqu'on les additionne d'eau. Le dernier terme s'obtient en traitant le perchlorure par 6^{mol} d'éthylate. Après avoir laissé à l'éthylate de sodium le temps de réagir, on obtient une liqueur brune qui retient toujours du chlore. Le rapport de l'oxyde au chlore est alors

$$Fe^2O^3 : Cl = 22 : 1,$$

rapport très voisin de celui observé dans les termes les plus polymérisés de la modification brune en solution aqueuse.

En solution alcoolique, on retrouve donc le premier et le dernier terme obtenu en solution aqueuse.

Si l'on cherche à enlever tout le chlore par addition d'une nouvelle quantité d'éthylate de sodium, on constate qu'il ne se produit aucun précipité, quelle que soit la quantité d'éthylate ajouté. La liqueur ferrique reste toujours d'un brun noir et, au bout d'un certain temps, elle ne renferme que des traces insignifiantes de chlore.

Mais le composé n'est pas non plus de l'éthylate ferrique, il renferme des quantités plus ou moins grandes de sodium, que l'analyse met en évidence. Il est, d'ailleurs, facile de constater immédiatement la présence du sodium en traitant la liqueur par l'eau; si l'on a ajouté beaucoup d'éthylate de sodium, il se forme un précipité immédiat. Ce précipité est dû à la trans-

formation du sodium en soude; celle-ci réagit sur le dérivé ferrique et le précipite. La liqueur surnageante possède, d'ailleurs, une réaction fortement alcaline. Le composé n'est donc pas de l'éthylate ferrique, mais une combinaison de fer et de sodium, soluble dans l'alcool.

Il est possible d'obtenir un composé de cette nature, soluble dans l'eau, qui ne précipite pas par les alcalis. Pour cela, il suffit d'ajouter un très léger excès d'éthylate de sodium en plus des 6^{mol}. A la longue, le chlore est entièrement entraîné sous la forme du précipité déjà décrit et la solution surnageante étendue d'eau n'est plus précipitée par l'ammoniaque, ni par la soude, même à l'ébullition.

On peut donc, dans l'alcool absolu, obtenir des combinaisous de fer et de sodium analogues qui dans l'eau s'obtiennent en présence des polyalcools, des acides à fonction alcool et phénol, et c'est ce qui permet d'expliquer, comme je l'avais indiqué précédemment, pourquoi les précipités obtenus à l'aide des acides à fonction alcool ou phénol se redissolvent dans les alcools.

En résumé, l'*éthylate ferrique soluble* n'existe pas plus que l'*hydrate ferrique soluble*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les urées substituées de la leucine (l) naturelle.* Note de MM. **Hugounenq** et **Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

La carbimide de l'éther éthylique de la leucine

$$\mathrm{COAzCH}\begin{cases}\mathrm{CH^2-CH}\begin{cases}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{CH^3}\end{cases}\\ \mathrm{CO-OC^2H^5}\end{cases}$$

préparée, comme il a été dit dans une Note précédente, nous a permis d'obtenir les urées substituées suivantes :

1° *Acide leucine-hydantoïque* $\mathrm{CO}\begin{cases}\mathrm{AzH-\underset{\displaystyle COOH}{CH}-CH^2-CH}\begin{cases}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{CH^3}\end{cases}\\ \mathrm{AzH^2}\end{cases}$. — Une molécule de la carbimide réagit sur une molécule de AzH^3 dissoute dans l'eau, avec un dégagement de chaleur tel qu'il est bon de refroidir. On obtient l'éther éthylique de l'acide leucine-hydantoïque. Cet éther, saponifié par ébullition avec l'eau alcaline, donne l'acide correspondant qui se précipite quand on acidule par un acide minéral. Il a été identifié par l'analyse élémentaire et par le point de fusion (200°) avec le pro-

duit que nous avons obtenu par action de la leucine sur l'urée et avec le corps obtenu par Pinner ([1]) en chauffant avec l'urée la cyanhydrine de la valéraldéhyde

$$(C^4H^2 - CHOH - CAz)$$

puis hydratant par la baryte l'hydantoïne obtenue.

2° *Urée mixte de la leucine et de l'aniline* $CO\begin{cases}AzH - CH\begin{cases}CH^2 - CH\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}\\COOH\end{cases}\\AzHC^6H^5\end{cases}$. — Une molécule de la carbimide réagit sur une molécule d'aniline avec dégagement de chaleur pour donner l'éther éthylique de l'urée mixte. Celui-ci, privé de l'excès d'aniline par lavage à l'eau chlorhydrique, puis saponifié, donne un acide qui se précipite de ses solutions alcalines, quand on acidifie la liqueur, sous la forme d'un liquide épais cristallisant difficilement.

L'urée obtenue cristallise, par un refroidissement prolongé, en fines aiguilles fondant à 115°; ce point de fusion diffère de celui de l'urée (165°) d'Emil Fischer ([2]) résultant de l'action de l'isocyanate de phényle sur la leucine racémique synthétique et il diffère également du point de fusion (120°) du dérivé de l'isoleucine préparée par Ehrlich ([3]).

L'urée mixte de la leucine naturelle et de l'aniline est un corps cristallisé, blanc, très peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante, plus soluble dans l'alcool et l'éther, donnant des sels alcalins solubles et un sel de cuivre d'un beau bleu vert, peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool. Ses sels de plomb et d'argent sont insolubles.

3° *Urée symétrique de la leucine* $CO\begin{cases}AzH - CH\begin{cases}CH^2 - CH\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}\\COOH\end{cases}\\AzH - CH\begin{cases}COOH\\CH^2 - CH\begin{cases}CH^3\\CH^3\end{cases}\end{cases}\end{cases}$. — La carbimide (1 molécule), versée goutte à goutte dans une solution sodique de leucine naturelle (1 molécule) refroidie à 0°, réagit quand on agite les deux liquides. Après 30 minutes, la carbimide disparaît et tout se dissout dans l'eau; il s'est fait une urée mixte de l'éther éthylique et du sel de soude de la leucine; on saponifie cet éther par ébullition au sein de l'eau et l'on précipite par acidification un acide qui est l'urée symétrique de la leucine.

Ce corps cristallise très difficilement, soit au sein des dissolvants, soit à l'état sec dans le vide, même au-dessous de 0°. Il est peu soluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau bouillante d'où il se précipite par refroidissement en formant une émulsion. Il est très soluble dans l'alcool, soluble dans l'éther et la benzine. Il donne des sels alcalins solubles dans l'eau, un sel de cuivre soluble dans l'eau et l'alcool; un sel de plomb et un sel d'argent insolubles.

([1]) Pinner, *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.*, t. XX et XXII.
([2]) Fischer, *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.*, t. XXXIII, p. 2381.
([3]) Ehrlich, *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 1830.

Nous poursuivons sur ce corps intéressant des recherches en vue d'étudier l'action qu'exercent sur lui les diastases.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques iodomercurates de pyridine.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une précédente Communication j'ai étudié la combinaison de la pyridine et de l'iodure mercurique $(C^5H^5Az)^2HgI^2$ et montré qu'elle avait des propriétés bien différentes de la combinaison de même forme d'une amine primaire ([1]).

Outre ce composé, j'ai pu préparer à l'état de cristaux volumineux et bien purs quatre combinaisons d'iodhydrate de pyridine et d'iodure mercurique, c'est-à-dire quatre iodomercurates de pyridine.

Ces composés prennent naissance par action d'une solution d'iodhydrate de pyridine sur l'iodure mercurique. Ils se forment encore par mélange d'une solution de chlorhydrate de pyridine contenant ou non un excès d'acide chlorhydrique, sur une solution d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium, solution analogue au réactif de Valser et obtenue en dissolvant 100^g HgI^2 et 75^g KI dans assez d'eau pour obtenir un litre de réactif.

Je ferai remarquer que la pyridine libre donne avec la même solution mercurique non un iodomercurate, mais le composé $(C^5H^5Az)^2HgI^2$, dont j'ai parlé plus haut, fondant d'après mes expériences à 112° en un liquide jaune.

1° $(C^5H^5Az.HI)^2HgI^2$. — On prépare ce corps en mélangeant 20^{cm^3} de pyridine et 20^{cm^3} d'acide chlorhydrique, puis ajoutant à ce mélange 100^{cm^3} de la solution d'iodure mercurique ci-dessus indiquée; il se forme un trouble abondant, puis il se dépose un liquide huileux jaune.

On porte au bain-marie pendant quelques instants, on laisse refroidir à 30° et l'on filtre à cette température le liquide surnageant. Par refroidissement complet, ce liquide laisse déposer des cristaux nacrés incolores qu'on essore à la trompe sans lavage et qu'on dessèche dans l'air sec; l'eau mère réchauffée avec le liquide huileux jaune resté au fond du vase en dissout une nouvelle portion et fournit de nouveaux cristaux. Le rendement est de $1^g,10$ à chaque cristallisation.

Cet iodomercurate a donné à l'analyse :

Mercure pour 100 : 22,64; iode pour 100 : 57,80; pyridine pour 100 : 19,36.

Il est en tables incolores et fond à 159°.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 1069.

2° $C^5H^5Az.HI.HgI^2$. — Il se produit dans les mêmes conditions que le précédent lorsque la proportion de pyridine est plus faible; 5^{cm^3} de pyridine transformée par addition d'acide chlorhydique en chlorhydrate légèrement acide et occupant 25^{cm^3}, sont versés goutte à goutte dans 500^{cm^3} de la solution mercurique ci-dessus maintenue à l'ébullition. La liqueur reste transparente, mais par refroidissement il se dépose des gouttelettes jaunes huileuses qui se rassemblent en une couche volumineuse; puis, ce qui reste dissous cristallise en aiguilles jaunes. On sépare facilement les cristaux de la couche inférieure solidifiée et on les recueille comme les précédents, sans lavage.

On l'obtient par une méthode plus régulière en chauffant au bain-marie dans une fiole conique de 750^{cm^3}, $2^g,27$ d'iodure mercurique, $4^g,54$ d'iodhydrate de pyridine et 10^{cm^3} d'eau. La combinaison se fait rapidement et il se produit un liquide dense insoluble, de couleur jaune foncé, se solidifiant par refroidissement. On ajoute 625^{cm^3} d'eau et l'on chauffe de nouveau; le liquide jaune se dissout en 1 heure environ. La solution abandonnée au refroidissement (temp. voisine de 0°) laisse déposer des aiguilles jaune pâle ayant plus de 5^{cm}, qu'on recueille sans lavage et qu'on sèche à l'air.

Ce composé fond à 151° et a fourni à l'analyse :

Mercure pour 100 : 30,20; iode pour 100 : 57,62; pyridine pour 100 : 12,05.

Les deux composés suivants se produisent lorsque l'iodhydrate de pyridine est chauffé en présence d'un grand excès d'iodure mercurique.

3° $(C^5H^5Az.HI)^2(HgI^2)^3$. — On chauffe pendant 2 heures vers 90° dans un grand matras 9^g d'iodhydrate de pyridine, 18^g d'iodure mercurique et 2500^g d'eau. Il reste de l'iodure mercurique non dissous. On laisse refroidir à 60°; pendant ce refroidissement, il se dépose un peu d'iodure mercurique; mais, vers 60°, apparaissent quelques cristaux jaunes. On filtre rapidement à cette température et on laisse refroidir jusqu'à 20°; les cristaux déposés sont immédiatement séparés pour éviter la cristallisation de l'iodomercurate précédent; ils sont essorés à la trompe sans lavage et séchés sur du chlorure de calcium. Le rendement est de $5^g,30$.

Ce corps est en cristaux d'un jaune plus foncé que le précédent et fond à 101°. Son analyse a donné :

Mercure pour 100 : 33,42; iode pour 100 : 57,39; pyridine pour 100 : 9,17.

4° $C^5H^5Az.HI(HgI^2)^2$. — Ce composé a été obtenu en dissolvant 60^g d'iodure mercurique dans 90^{cm^3} d'acide iodhydrique incolore à 33 pour 100, complétant avec de l'eau 600^{cm^3} et versant dans ce mélange 90^{cm^3} de solution aqueuse de pyridine à 1 pour 100. Il se forme un précipité qu'on redissout à la chaleur du bain-marie. Par refroidissement, il se dépose des cristaux jaune d'or en tables très brillantes que l'on sépare de leur eau mère après 2 heures pour éviter la cristallisation de l'iodomercurate $C^5H^5Az.HI.HgI^2$.

Ces cristaux sont déposés humides sur une plaque de porcelaine poreuse et séchés sur l'acide sulfurique à l'obscurité. Ils brunissent généralement pendant cette dessiccation par suite de la production d'une trace d'iode aux dépens de l'eau mère riche en acide iodhydrique qu'ils peuvent entraîner; mais ils reprennent leur couleur jaune et leur éclat par exposition à l'air libre. Ils fondent à 121°.

L'analyse donne :

Mercure pour 100 : 35,93; iode pour 100 : 56,89; pyridine pour 100 : 7,08.

Tous ces iodomercurates subissent par action de l'eau une décomposition limitée produisant de l'iodure mercurique insoluble et de l'iodhydrate de pyridine dissous; ils se comportent dans cette action comme l'iodomercurate d'ammonium. Cette décomposition est d'autant plus marquée que le corps considéré contient plus d'iodure mercurique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium.* Note de MM. **A. Guntz** et **Henry Basset** junior, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a mesuré autrefois la chaleur de formation des hydrures et azotures de lithium et de baryum. Pensant que cela pouvait présenter quelque intérêt nous avons fait la même détermination pour les composés correspondants du calcium.

Pour les préparer nous avons d'abord essayé d'employer le calcium que les usines électrochimiques de Bitterfeld livrent maintenant à bon marché; mais ce métal très compact se laisse difficilement transformer intégralement en hydrure ou azoture; de plus il renferme de petites quantités de fer et de silicium. On obtient au contraire un métal cristallisé pur et d'un emploi facile en utilisant une propriété signalée par Kahlbaum (1) : la grande volatilité du calcium au rouge dans le vide; mais pour éviter l'adhérence extrême du métal déposé sur des parois chaudes que signale ce savant, nous avons eu soin d'opérer la condensation du métal sur un tube en fer poli refroidi par un courant d'eau. Le métal cristallisé ainsi obtenu se laisse alors aisément détacher et séparer en petits morceaux plus facilement attaquables que le métal compact.

L'hydrure de calcium a été préparé en chauffant au rouge du calcium dans un courant d'hydrogène et sa pureté vérifiée par l'analyse.

Pour mesurer la chaleur de formation de ce composé, on dissout, dans une solution étendue d'acide chlorhydrique, le calcium et son hydrure.

Nous avons ainsi trouvé, vers 10° :

$$\text{Ca sol.} + n\,\text{HCl étendu} = \text{CaCl}^2 \text{ diss.} + \text{H}^2 \text{ sec} \ldots + 129^{\text{Cal}},0$$
$$\text{CaH}^2 \text{ sol.} + n\,\text{HCl étendu} = \text{CaCl}^2 \text{ diss.} + 2\,\text{H}^2 \text{ sec} \ldots + 82^{\text{Cal}},8$$

La chaleur de dissolution de l'azoture de calcium a été mesurée de même en tenant

(1) W.-A. Kahlbaum, *Verhandlungen der naturforschenden Gesell. in Basel,* Bd. XV, Heft I, p. 4.

compte de la petite quantité de métal qu'il contient et qu'il nous a été impossible d'éviter.

L'expérience a donné pour

$$Ca^3N^2 + n\,HCl \text{ étendu} = 3\,CaCl^2 \text{ diss.} + 2\,NH^4Cl \text{ diss.} \ldots + 342^{Cal},7$$

Ces données permettent de calculer les chaleurs de formation cherchées en admettant, avec M. Berthelot [1],

$$CaO \text{ anhy.} + 2\,HCl \text{ étendu} \ldots + 46^{Cal},1$$

On trouve :

$$Ca \text{ sol.} + H^2 \text{ gaz.} = CaH^2 \text{ sol.} \ldots + 46^{Cal},2$$
$$3\,Ca \text{ sol.} + N^2 \text{ gaz.} = Ca^3N^2 \text{ sol.} \ldots + 112^{Cal},2$$

Nos expériences permettent de calculer également, pour la chaleur d'oxydation de calcium,

$$Ca \text{ sol.} + O \text{ gaz.} = CaO \text{ sol.} \ldots + 151^{Cal},9$$

Ce nombre est un peu plus grand que celui trouvé par M. Moissan en dissolvant du calcium dans l'eau; cela tient probablement à ce que, dans la méthode de M. Moissan, l'état final de la solution ne peut être défini exactement, puisqu'il restait toujours de la chaux non dissoute dans la solution.

Toutes les chaleurs de formation des composés du calcium, calculées à partir des éléments avec le nombre de Thomsen et qui sont celles que l'on trouve dans la Thermochimie de M. Berthelot, doivent donc être augmentées de $+ 20^{Cal},4$, qui est la différence entre le nombre $151^{Cal},9$ que nous avons trouvé pour la chaleur d'oxydation du calcium et la valeur $131^{Cal},5$ indiquée par Thomsen. C'est ainsi que la chaleur de formation du carbure de calcium qui, d'après les expériences de M. de Forcrand [2], serait négative et égale à $-7^{Cal},25$, devient positive après correction et l'on a :

$$C^2 \text{ diamant} + Ca \text{ sol.} = CaC^2 \text{ sol.} \ldots + 13^{Cal},15$$

---

(1) Berthelot, *Thermochimie*, t. II, p. 234.

(2) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 684.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Applications diverses du principe de Watt à la dissociation des carbonates de plomb et d'argent.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

I. L'expression rationnelle de tout changement d'état réversible et hétérogène $L = \frac{T}{425}(u' - u)\frac{dp}{dT}$, pour être limitée aux phénomènes comparables aux vapeurs saturées, exige une condition propre aux vapeurs. Celle-ci se déduit du principe de la paroi froide de Watt, en écrivant que $\frac{dp}{dT}$ est positif; de là résulte que L est aussi positif. Donc :

Pour qu'une action hétérogène présentant une phase gazeuse soit réversible, il faut que la chaleur de condensation L soit positive au-dessus de la température à laquelle la dissociation commence. Telle est la conclusion qui résulte de l'application que je viens de faire du principe de Watt.

Cependant le carbonate de plomb qui remplit cette condition, puisqu'il est formé avec dégagement de chaleur, ne donne pas lieu, d'après Debray (1), à une décomposition réversible. Moutier pensait que les observations de Debray pouvaient se représenter par une courbe figurative entièrement située à droite de la courbe des tensions de dissociation. Cette remarque est vraie pour la dissociation de l'oxyde d'argent qui n'est, en effet, réversible que sous de fortes pressions, comme l'a établi M. Le Chatelier, mais elle ne s'applique pas au carbonate de plomb; car je montrerai plus loin que la reconstitution de ce sel est possible sous de faibles pressions.

Puisque la décomposition du carbonate de plomb est rationnellement réversible, j'ai pensé que l'impossibilité de sa reconstitution tenait à un accident expérimental tel que l'altération d'un facteur de la réaction. Or, d'après M. L. Henry, les oxydes métalliques se polymérisent facilement par la chaleur; il est donc possible que l'oxyde de plomb ait été altéré à la température à laquelle opérait Debray. C'est, d'ailleurs, ce que pressentait ce savant quand il comparait l'oxyde de plomb formé à 350° à la magnésie calcinée, si différente de l'oxyde anhydre MgO issu de la dissociation de l'hydrate $Mg(OH)^2$.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 513.

J'ai commencé par constater : 1° que l'oxyde blanc PbO est capable d'absorber le gaz carbonique; 2° qu'à 350° l'oxyde qui résulte de la décomposition du carbonate CO^3Pb est coloré comme la litharge et, par conséquent, diffère de l'oxyde blanc. Puis j'ai cherché à détruire la polymérisation de l'oxyde coloré de la même façon que j'ai modifié autrefois l'oxyde Ag^2O pour obtenir la réversibilité de la décomposition du carbonate d'argent ([1]). A cet effet j'ai introduit une petite quantité d'eau dans l'appareil à dissociation où se trouvait de la litharge en atmosphère carbonique, et j'ai constaté qu'à 180° le gaz carbonique est lentement mais continuellement absorbé, surtout quand on renouvelle la surface de l'oxyde. L'action inverse est donc possible, même en partant de la litharge, soit qu'il se forme des traces d'acide carbonique CO^3H^2, soit qu'un peu d'hydrate $Pb(OH)^2$ se renouvelle sans cesse au contact de l'eau, grâce au mécanisme que M. Berthelot a rendu familier aux chimistes.

II. On objectera que l'introduction d'eau dans l'appareil transforme le système monovariant $CO^3Pb \rightleftharpoons PbO + CO^2$ en système bivariant. Cela est certain, et il est évident que la pression qui règle l'équilibre ne dépend plus uniquement de la température, elle change aussi avec la tension de la vapeur d'eau. Toutefois, une autre application du principe de la paroi froide, celle qui est journellement employée pour les machines, permet de lever immédiatement cette difficulté. Entourons le tube manométrique de glace fondante, la tension de l'eau devient fixe et l'équilibre rentre dans le cas des systèmes monovariants. Voici par quelles expériences assez frappantes j'ai réussi à confirmer cette prévision théorique.

Tout d'abord j'ai constaté, comme je l'avais fait pour le carbonate d'argent, que le carbonate de plomb sec et chauffé au voisinage d'anhydride phosphorique, se décompose partiellement et donne des tensions fixes à températures fixes, pourvu qu'on ne dépasse pas la température dont on cherche la tension. J'ai trouvé 8^{mm} à 10^{mm} à 185°, $32^{mm},5$ à 210°, 102^{mm} à 233°, etc.

Dans ces conditions, le gaz carbonique dégagé ne rentre pas en combinaison, même quand la pression s'est rétablie après enlèvement de gaz CO^2. Au contraire, en opérant en atmosphère humide, sur du carbonate de plomb précipité mais incomplètement séché à 110° (eau 0,5 pour 100 environ), on retrouve aussi des tensions fixes; mais *celles-ci s'annulent quand on revient à la température ordinaire;* donc il y a réversibilité. Celle-ci est d'autant plus rapide que la température a été moins élevée : ainsi la reconstitution du carbonate dissocié à 210° atteint 90 pour 100 en 1 heure, si en cours d'opération on a enlevé 1 à 2 pour 100 d'acide carbonique. Quand on reste à 185°, l'excès de pression diminue aussi, mais très lentement.

La valeur des tensions trouvées en atmosphère humide, quand on entoure de glace

---

([1]) *Conditions de réversibilité* (*Comptes rendus*, 1er sem. 1901, p. 467).

le tube manométrique et quand on déduit la tension de la vapeur d'eau à 0°, ne diffère pas sensiblement des tensions sèches, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant :

Températures.		Tensions sèches.	Tensions humides corrigées.
184°	Vapeur d'aniline	10	12
210	» de benzoate d'éthyle	32,5	33
233	» de quinoléine	102	104
280	« de glycérine	548	

En résumé : 1° Théoriquement et pratiquement, la décomposition du carbonate de plomb, comme celle du carbonate d'argent, est réversible quand on détruit les polymérisations produites par la température. Cette conclusion s'étend probablement aux autres carbonates métalliques.

2° Une complète absence d'eau s'oppose non seulement à la reconstitution des carbonates d'argent et de plomb, mais elle ralentit encore leur décomposition au point qu'un équilibre obtenu en 6 ou 7 heures en atmosphère humide exige 10 à 12 fois plus de temps quand la décomposition du carbonate s'effectue en dehors de toute trace d'eau absorbable par P^2O^5, dans des conditions de chauffage identiques. C'est là probablement encore un fait général.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des oximes.* Note de M. **Ph. Landrieu.**

Nous avons déterminé de deux façons différentes la chaleur dégagée dans la formation des oximes à partir des aldéhydes et acétones et de l'hydroxylamine : d'une façon directe par voie humide, d'une façon indirecte par la mesure des chaleurs de formation au moyen de la bombe calorimétrique de M. Berthelot.

1° *Voie humide.* — Lorsqu'on fait agir les acétones ou les aldéhydes dissous sur l'hydroxylamine dissoute dans l'eau pure, la réaction est trop lente pour qu'on puisse mesurer la chaleur dégagée, mais en présence d'un excès de soude elle devient très rapide; à cause de l'accélération attribuable à la combinaison de l'oxime avec l'alcali. Pour connaître la valeur thermique de la réaction en l'absence de NaOH nous avons eu recours au procédé indiqué par M. Berthelot pour la mesure de la chaleur dégagée dans les actions lentes [1].

[1] *Mécanique chimique,* t. I, p. 39.

I. Acétoxime. — Nous avons fait parcourir à nos corps deux cycles différents.

		cm³
État initial :	Chlorhydrate d'hydroxylamine ($1^{mol} = 2^l$)	200
	Acétone ($CH^3 - CO - CH^3$) ($1^{mol} = 2^l$)	200
	NaOH ($3^{mol} = 2^l$)	200

État final : 600^{cm^3} d'une solution contenant : Oxime, NaCl, à la dilution $1^{mol} = 6^l$ et NaOH à la dilution $2^{mol} = 6^l$.

			Cal
Premier cycle :	200 AzH^4OCl + 200 NaOH ($3^{mol} = 2^l$).	Chal. dég.	+ 6,51
	Les 400^{cm^3} précédents + 200 acétone ($1^{mol} = 2^l$)	»	+16,58
		Q_1	+23,09

Deuxième cycle : 200 AzH^4OCl + 100 NaOH ($2^{mol} = 1^l$) .... + 5,06

L'hydroxylamine est mise en liberté (3 déterminations pour chaque mesure). Aux 300^{cm^3} précédents on ajoute 200 acétone ($1^{mol} = 2^l$).

La réaction se produit lentement, on peut la suivre au thermomètre. Elle est complète au bout de quelques heures. On ajoute alors

100^{cm^3} NaOH ($4^{mol} = 2^l$)	+ 5,30
Q_2	10,36

La différence $Q = Q_1 - Q_2 = +12,73$ représente la chaleur dégagée par l'action de l'acétone sur l'hydroxylamine.

II. Aldoxime. — On répète la même série de mesures en partant de l'aldéhyde éthylique. On trouve :

$$\left.\begin{matrix} Q_1 = 24,03 \\ Q_2 = 11,24 \end{matrix}\right\} \text{Différence : } +12,78.$$

Remarque. — En suivant au thermomètre le dégagement de chaleur dans l'action de l'acétone sur l'hydroxylamine, on peut connaître à chaque instant la quantité d'oxime formée. Au bout du temps t elle est proportionnelle à l'élévation de température corrigée du refroidissement. La marche de la réaction devrait s'exprimer par $\frac{1}{t}\frac{x}{1-x} = k$. En réalité k décroît légèrement avec le temps, sans doute à cause de la dilution croissante.

2° *Bombe calorimétrique :*

I. Acétoxime (*acétone*).

		Cal
Chaleur de combustion de l'acétoxime crist. (3 déterminations)		+490,4
Chaleur de formation	»	+ 34
»	de l'acétoxime dissoute	+ 32,8

On tire de là, pour la réaction :

Acétone + hydroxylamine = oxime + eau : Q .... $+12^{Cal},5$

On avait trouvé précédemment $+12^{Cal},7$ par voie humide.

La concordance de ces deux nombres vérifie le chiffre donné par M. Berthelot (1) pour la chaleur de formation de l'hydroxylamine dissoute, chiffre déterminé par un procédé différent.

II. Aldoxime (*aldéhyde éthylique*).

	Cal
Chaleur de combustion de l'aldoxime cristallisée	+340,58
Chaleur de formation »	+ 20,5
» de l'aldoxime dissoute	+ 18,7

Pour la réaction :

Aldéhyde + hydroxylamine = oxime + eau : Q .... $+12^{Cal},9$

On avait trouvé par voie humide $+12^{Cal},7$.

Les aldéhydes et les acétones d'un poids moléculaire plus élevé n'étant pas solubles, la chaleur dégagée dans la réaction est calculée à partir des corps à l'état solide.

III. Méthyléthylcétoxime (*méthyléthylcétone*) liquide.

Chaleur de combustion de C^4H^9AzO liquide	$+651^{Cal},7$
Chaleur de formation »	$+36^{Cal},2$

Par analogie avec l'acétoxime, on peut évaluer sa chaleur de fusion à 2^{Cal}, ce qui donnerait

Chaleur de formation de la méthyléthylcétoxime solide .... $+38^{Cal},2$

On a ainsi :

Méthyléthylcétone solide (2) + hydroxylamine solide
= méthyléthylcétoxime solide + H^2O solide .... $+12^{Cal},2$

IV. Benzaldoxime cristallisée (*aldéhyde benzoïque*).

	Cal
Chaleur de combustion de la benzaldoxime	907,6
Chaleur de formation »	— 6,0
Benzaldéhyde solide + hydroxylamine solide = benzaldoxime solide + H^2O solide	+11,4

(1) *Annales de Chimie et de Physique.*

(2) La chaleur de fusion de la méthyléthylcétoxime est calculée d'après la formule $\frac{L+S}{T} = 30$. L est connu.

V. MÉTHYLPHÉNYLCÉTOXIME cristallisée (*acétophénone*).

Chaleur de combustion de la méthylphénylcétoxime..............	1055^{Cal}
Chaleur de formation »	+ 9,8

Acétophénone solide + hydroxylamine solide = méthylphénylcétoxime solide + H^2O solide.................	+10,7

VI. CAMPHOROXIME.

Chaleur de combustion de la camphoroxime.....................	1481^{Cal},1
Chaleur de formation »	+48
Camphre sol. + hydroxylamine sol. = camphoroxime sol. + H^2O sol.	+10,6

VII. DIPHÉNYLCÉTOXIME.

Chaleur de combustion de la diphénylcétoxime.................	1627^{Cal},78
Chaleur de formation »	−22^{Cal},38

J'ai trouvé pour la benzophénone :

Chaleur de formation..	+ 9^{Cal},3

et, par suite,

Benzophénone solide + hydroxylamine solide = diphénylcétoxime solide + H^2O solide....................	+11^{Cal},1

On voit que la réaction générale offre une valeur sensiblement constante pour la formation des oximes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'origine et la composition de l'essence de racine de Benoîte; glucoside et enzyme nouveaux.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

La racine de Benoîte (*Geum urbanum* L.) desséchée, présente, lorsqu'elle n'est pas trop ancienne, une faible odeur de girofle. Les recherches de Trommsdorff (1818) ont établi que cette racine contient une essence particulière que l'on peut obtenir par les procédés ordinaires. Mais, tandis que Trommsdorff considérait cette essence comme différente de l'essence de girofle, Buchner (1844), se basant sur quelques propriétés communes aux deux essences (odeur, solubilité dans les alcalis) les a rapprochées, au contraire, l'une de l'autre, sans avoir pu toutefois démontrer l'identité d'aucun des principes qu'elles renferment.

Nous avons songé à combler cette lacune; mais, auparavant, nous avons dû résoudre une autre question que suggère l'observation que voici, et qu'il est facile de répéter.

Si l'on arrache un pied de Benoîte avec précaution, de façon que la racine reste intacte, on peut constater que celle-ci ne présente pas d'odeur. Mais si, ensuite, on la froisse entre les doigts et si l'on attend quelques instants, l'odeur caractéristique se manifeste.

C'est là une particularité qui rappelle ce que l'on sait depuis longtemps de l'essence de feuille de Laurier-cerise, par exemple, qui ne préexiste pas dans la feuille, et dont l'odeur ne se fait sentir que lorsqu'on froisse les tissus, et cela par suite de la réaction d'un enzyme (émulsine) sur un glucoside (laurocérasine), ces deux principes se trouvant ainsi mis en contact.

Supposant qu'il devait en être de même pour l'essence de Benoîte, nous avons fait les expériences suivantes :

D'une part, on a découpé de la racine fraîche de Benoîte, et on l'a fait tomber au fur et à mesure dans de l'alcool à 95° contenu dans un ballon et préalablement porté à l'ébullition. On a relié le ballon à un réfrigérant à reflux et continué l'ébullition pendant 30 minutes. On a alors séparé le liquide alcoolique et on l'a distillé sous pression réduite jusqu'à réduction à l'état d'extrait. Cet extrait devait contenir le principe qui, dans notre hypothèse, donnait naissance à l'essence.

D'autre part, on a pilé une certaine quantité de racine avec du sable, de façon à obtenir un mélange pulvérulent qu'on a épuisé avec de l'alcool à 90° froid. Après quoi, on a fait sécher la poudre résiduelle à la température de 30°. Cette poudre (*poudre fermentaire*) devait renfermer l'enzyme susceptible d'agir sur le principe contenu dans l'extrait.

Ayant observé que l'extrait présentait une légère odeur de girofle qui pouvait provenir d'un peu d'essence formée pendant le découpage de la racine, nous l'avons repris par l'alcool à 95°, puis nous avons additionné la solution alcoolique de 3^{vol} d'éther. L'extrait s'est précipité, débarrassé complètement, cette fois, du produit odorant.

En effet, le précipité séparé donnait avec l'eau une solution complètement inodore.

On a constaté alors :

1° Que, en ajoutant à cette solution un peu de poudre fermentaire, il se développait une odeur très nette de girofle, et que le mélange soumis ensuite à la distillation donnait un liquide à odeur de girofle et précipitant en gris sale par le perchlorure de fer;

2° Que ces réactions ne se produisaient pas lorsque la poudre fermentaire avait été, au préalable, délayée dans l'eau et portée à 100°.

Il se trouvait ainsi démontré que l'essence ne préexiste pas dans la racine de Benoîte et qu'elle résulte de l'action d'un enzyme sur un principe particulier, présents tous deux dans cet organe.

Dès lors, de nouvelles questions se posaient, parmi lesquelles nous avons

étudié celles qui sont relatives : 1° à la nature du principe producteur d'essence; 2° à la nature du corps à odeur de girofle; 3° à l'individualité de l'enzyme. Nous ne pouvons ici que résumer brièvement nos expériences en énonçant les conclusions qui en découlent :

1° *Le composé odorant provient du dédoublement d'un glucoside*. En effet, lorsqu'on ajoute à la solution d'extrait, qui est dextrogyre et légèrement réductrice, de la poudre fermentaire, on constate, corrélativement à la production d'essence, une augmentation du pouvoir réducteur et de la déviation (formation d'un sucre droit, vraisemblablement du glucose).

2° *Le composé odorant est de l'eugénol*. Il nous a fallu, pour étudier ce point, chercher à obtenir une proportion suffisante d'essence. Nous y sommes arrivés en opérant, non pas sur des racines desséchées, mais sur des racines fraîches, et en nous inspirant des premiers résultats de notre travail : on a broyé ces racines, on les a mises à macérer dans l'eau pendant 24 heures et, seulement alors, on a procédé à la distillation. En agitant le produit distillé avec de l'éther, on a obtenu environ 1^g d'essence par kilogramme. Cette essence traitée par le chlorure benzoïque et la soude a donné un composé cristallisé qui a été identifié avec le benzoyleugénol. C'est donc l'eugénol qui est le composé odorant de l'essence; il en constitue d'ailleurs la majeure partie, ce qui rapproche cette dernière de l'essence de girofle.

3° *L'enzyme est un enzyme particulier*. En effet, aucun des ferments que nous avons essayés (émulsine, invertine, ferments de l'*Aspergillus niger*) n'est susceptible de dédoubler le glucoside. Ajoutons que cet enzyme ne passe pas en solution dans l'eau, fixé peut-être, qu'il est, par un des principes de la plante. Ajoutons encore que nous ne l'avons rencontré, jusqu'ici, que dans la Benoîte, bien que nous l'ayons recherché dans plusieurs plantes fournissant de l'eugénol (feuilles de Cannellier de Chine, de Giroflier, d'*Illicium anisatum* L., Clous de girofle).

En dernier lieu, nous avons essayé d'isoler le glucoside en partant de l'extrait déjà purifié à l'aide de l'éther. On a redissous cet extrait dans de l'alcool à 95°, puis ajouté à la solution obtenue, et sans mélanger, 1^{vol} d'éther. Il s'est déposé à la longue sur les parois du vase des sphérocristaux qui, séparés et dissous dans l'eau, ont donné, avec la poudre fermentaire, de l'eugénol.

Nous proposons d'appeler le glucoside, *géine*, et l'enzyme, *géase*.

MINÉRALOGIE. — *Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire.* Note de M. G. FRIEDEL, présentée par M. Michel Lévy.

L'étude des modes de symétrie possibles pour un faisceau en vertu de la seule loi d'Haüy conduit à ce résultat que le nombre des holoédries compatibles avec cette loi est non pas de 6 (la symétrie ternaire ne s'introduisant comme holoédrie que par le réseau, soit sous la forme de la loi de Bravais, soit par l'hypothèse de la structure périodique), mais bien de 8, soit encore 8 *systèmes cristallins.*

On démontre en effet que tout axe d'ordre 2, 4 ou 6 d'un faisceau est nécessairement une arête possible de ce faisceau, et le plan normal un plan possible du faisceau. D'où il résulte que les paramètres de deux arêtes symétriques par rapport à l'un de ces axes sont en rapport rationnel et peuvent par suite être pris égaux. Pour les axes ternaires, cette propriété n'est plus générale. Si elle est réalisée, l'axe ternaire peut être dit *axe ternaire rationnel,* et il est aisé de voir que les groupes qui ne contiennent que des axes d'ordre 2, 4, 6 ou ternaires rationnels sont d'une part les 6 holoédries effectivement connues dans les cristaux, d'autre part leurs 26 mériédries.

Mais la loi d'Haüy, si elle était seule, permettrait en outre l'existence d'*axes ternaires irrationnels* jouissant des propriétés suivantes : Ils ne sont pas des arêtes possibles du faisceau, ni leur plan normal un plan possible du faisceau; trois arêtes x, y, z symétriques par rapport à un tel axe ont des paramètres a, b, c en rapports irrationnels, mais tels que $a^3 : b^3 : c^3 : abc$ sont rationnels; ces trois arêtes peuvent être néanmoins physiquement identiques, car on définit le même faisceau en portant respectivement sur x, y, z les paramètres a, b, c, ou b, c, a, ou c, a, b.

On démontre que deux holoédries sont possibles avec de tels axes. L'une comporte un axe ternaire irrationnel, un plan de symétrie alterne normal, un centre. Son groupe de symétrie est naturellement le même que celui de l'une des 26 mériédries précédentes (symétrie de la dioptase) mais elle en diffère beaucoup en ce qu'elle est une holoédrie. L'autre comporte 4 axes ternaires irrationnels, 3 axes binaires trirectangulaires, 4 plans de symétrie alterne normaux aux axes ternaires, 3 plans de symétrie normaux aux axes binaires, un centre. Le groupe de symétrie est le même que celui de la pyrite, mais c'est une holoédrie. Dans l'un et l'autre cas, aucune addition de faces conformes à la loi d'Haüy ne peut augmenter la symétrie du faisceau. Chacune de ces holoédries comporte une seule mériédrie, qui est son hémiédrie holoaxe.

Ce sont donc 4 types de faisceaux cristallins à ajouter aux 32 types connus, et que rien ne permet d'éliminer si l'on part, comme fait expérimental, de la seule loi d'Haüy.

Un réseau ne peut posséder un axe ternaire irrationnel. Si donc il existait un cristal ayant par toutes ses propriétés un axe ternaire, cet axe étant pour le faisceau un axe ternaire irrationnel, il serait impossible de trouver pour ce cristal un réseau ayant cet axe pour axe ternaire et dont les faces du cristal fussent des plans réticulaires.

Il est aisé de voir quels seraient les caractères auxquels on reconnaîtrait les cristaux appartenant à l'un de ces deux systèmes ternaire irrationnel ou cubique irrationnel. Bien qu'aucun de ces caractères ne puisse passer pour absolument décisif, il semble excessivement probable que de tels cristaux n'existent pas parmi les espèces jusqu'ici connues. C'est là un fait d'observation complètement indépendant de la loi d'Haüy et que l'on introduit implicitement en posant prématurément l'hypothèse réticulaire.

Il résulte de là que l'hypothèse réticulaire implique une donnée d'observation indépendante de la loi d'Haüy, et qui peut s'exprimer sous l'une des formes suivantes, équivalentes :

1° Il n'existe pas, dans les cristaux, d'axes ternaires irrationnels.

2° Forme moins particulière : tout axe d'un cristal est une arête de son faisceau, possible en vertu de la loi d'Haüy, et le plan perpendiculaire un plan possible du faisceau.

3° Forme qui conduit tout naturellement à l'hypothèse réticulaire : deux arêtes symétriques par rapport à un axe d'un cristal et qui par suite ne se distinguent pas physiquement entre elles ont des paramètres en rapports rationnels et que l'on peut par conséquent toujours prendre égaux; ce qui autorise à attribuer hypothétiquement au paramètre une matérialité physique.

4° Forme plus voisine encore de l'hypothèse réticulaire : on peut toujours trouver un réseau dont les faces du faisceau soient des plans réticulaires et qui possède tous les éléments de symétrie du faisceau, donc ceux du cristal.

En résumé : Aucune théorie, sous peine d'être applicable aux corps amorphes anisotropes aussi bien qu'aux cristaux, ne peut aboutir au réseau sans prendre pour base expérimentale la loi d'Haüy. Si donc on part de cette loi énoncée sous sa forme la plus générale (loi des caractéristiques rationnelles) et si l'on cherche, sans hypothèse, ses conséquences logiques, on reconnaît qu'elle suffit bien à réduire à 32 le nombre des groupes de symétrie possibles dans un cristal, mais qu'elle laisse possible 4 types, constituant deux systèmes cristallins, en réalité inconnus dans les cristaux et *incompatibles avec l'hypothèse réticulaire.*

On remarquera que la loi de Bravais, forme précisée par la loi d'Haüy,

qui s'exprime directement au moyen d'un réseau B possédant au minimum la symétrie du cristal, implique avec la loi d'Haüy l'autre loi énoncée ci-dessus. Si l'on prend la loi de Bravais pour base expérimentale, on élimine par là les axes ternaires irrationnels et l'on arrive par suite aux 32 types connus comme seuls possibles dans les cristaux. En même temps que l'énoncé de la loi fondamentale, la définition de l'holoédrie et de la mériédrie, qui en est la conséquence directe, doit être modifiée parallèlement. Un faisceau mérièdre devient celui dont on peut augmenter la symétrie par addition de faces qui sont des plans réticulaires du réseau B et qui ont même aire réticulaire que les faces existantes. En d'autres termes, un faisceau mérièdre devient celui dont le réseau B est plus symétrique que le faisceau. Les holoédries sont alors tous les modes de symétrie possibles pour un réseau. D'où l'introduction de la symétrie ternaire comme holoédrie. Il va de soi que la loi de Bravais, loi d'observation, ne *nécessite*, pas plus que ne le fait la loi d'Haüy, la matérialisation du réseau B, c'est-à-dire l'hypothèse réticulaire. Mais elle suffit à elle seule à justifier cette hypothèse, en la rendant d'ailleurs indifférente au point de vue des modes de symétrie possibles, tandis qu'à la loi des caractéristiques rationnelles il est nécessaire d'ajouter un autre fait indépendant pour que l'hypothèse du réseau apparaisse comme suffisante.

ZOOLOGIE. — *Sur un Polynoïdien* (*Lepidasthenia Digueti* nov. sp.) *commensal d'un Balanoglosse du golfe de Californie*. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Perrier.

Parmi les Entéropneutes recueillis par M. L. Diguet dans le golfe de Californie en 1904, l'une des formes appartenant au genre *Balanoglossus* Delle Chiaje Spengel char. emend. se classe parmi les géantes du groupe, car elle peut atteindre $1^{m},50$ de longueur et est comparable, par conséquent, par sa taille, au *Balanoglossus gigas* Fr. Müller. Comme chez toutes les espèces du même genre, la région branchiale et la partie antérieure de la région hépatique sont recouvertes sur la face dorsale par deux replis insérés latéralement; ces *ailes génitales* de Spengel circonscrivent une cavité tubulaire spacieuse ouverte vers le haut, le long de la ligne médiane dorsale, suivant laquelle elle s'affrontent.

La plupart des *Balanoglossus* trouvés par M. Diguet donnaient asile à un Polynoïdien commensal appartenant au genre *Lepidasthenia* Malmgren dont

il est une espèce nouvelle et qui représente la plus grande forme actuellement connue du groupe auquel il appartient; il mesure jusqu'à 30^{cm} de longueur. En outre, l'un de ces Polynoïdiens portait, fixé sur son dos, un curieux Stomatopode également nouveau, du genre *Lysiosquilla* Dana étudié par M. Coutière et qui offre, en même temps qu'un cas intéressant de commensalisme superposé, un fait curieux de mimétisme. L'ornementation de sa face dorsale pigmentée rappelle celle qu'on observe chez le Polynoïdien; de plus, à sa partie postérieure, il existe deux taches circulaires de teinte foncée qui ressemblent beaucoup aux élytres du Polychète hôte et commensal.

Le tube dorsal limité latéralement par les ailes génitales du Balanoglosse constitue un gîte avantageux pour le Polynoïdien. L'eau s'y renouvelle constamment pour les besoins de la respiration de l'hôte; d'autre part, les Polynoïdiens sont des animaux paresseux, d'allure lente; les élytres donnent à leur corps une certaine rigidité. Le commensal trouve donc chez celui qui l'héberge, non seulement un abri d'où il est facile de sortir et où il est tout aussi aisé de rentrer, mais encore un véhicule commode qui le transporte dans le milieu où il trouve lui-même les éléments de sa nourriture.

Ce Polynoïdien est le second Polychète mentionné jusqu'ici comme commensal des Entéropneustes. A. Giard a, en effet, trouvé en 1882 chez deux espèces de *Balanoglossus* des îles Glénans [*Balanoglossus salmoneus-Balanoglossus* (*Glossobalanus* Spengel 1902), *Sarniensis* Kœhler 1886, *Balanoglossus Robinii-B. Clavigerus* Delle Chiage 1829] un commensal appartenant à la famille des Hésioniens, l'*Anoplonereis* (*Ophiodionnus*) *Herrmanni*.

Avec ses trois antennes, dont les deux latérales ont une insertion marginale, le commensal du *Balanoglossus* de Basse-Californie se range parmi les Polynoïdiens de forme allongée, complètement vêtus par les élytres, à segments fort nombreux (les plus grands individus en ont plus de 200), à parapodes subbirèmes, pour lesquels ont été créés les genres *Lepidasthenia* Malmgren (1867) et *Lepidametria* Webster (1879). Ces deux genres ne différeraient d'ailleurs que par la répartition des élytres qui serait absolument régulière dans le genre *Lepidasthenia* et qui présenterait dès anomalies variées dans le genre *Lepidametria*. Or l'étude du Polynoïdien recueilli par M. L. Diguet nous a montré que, parmi les exemplaires vivant dans les mêmes conditions et appartenant incontestablement à la même espèce, les uns ont leurs élytres disposées très régulièrement, tandis que les autres offrent à considérer des anomalies purement individuelles et que, chez

quelques-uns de ceux-ci, la perturbation n'affecte qu'un nombre limité de segments, la *Régulation* (H. Driesch 1897-1902) se produisant par l'intercalation d'une élytre complémentaire, c'est-à-dire par l'intervention répétée de la cause même du trouble introduit dans la répartition de ces appendices.

H.-P. Johnson a observé des faits du même ordre (1897, 1901) chez des formes voisines de la précédente : *Polynoe gigas* Johnson, *Lepidonotus Lordi* Baird et aussi chez l'*Harmothoe tuta Grube*. S. Orlandi (1896) a fait connaître chez le *Lepidinotus clava* Mont. une anomalie qui rentre dans le même cadre. Le seul caractère différentiel fondé sur la répartition des élytres pour séparer les deux genres *Lepidasthenia* et *Lepidametria* n'a donc aucune stabilité et n'est pas propre à ces genres. Le premier de ces deux genres doit seul être conservé.

La perturbation qui rompt la symétrie dans une région plus ou moins étendue du corps chez les diverses espèces du genre *Lepidasthenia* provient, en somme, de la substitution d'une élytre à un cirre dorsal ou inversement. Le remplacement d'un organe par un autre, complètement différent et inséré au même point, a presque toujours pour cause un traumatisme. Il n'est donc pas invraisemblable de ramener l'anomalie dans la distribution des cirres et des élytres à un cas d'hétéromorphose provoqué par une lésion existant au niveau du cirre ou de l'élytre supplémentaire, à l'époque de la formation et de l'individualisation du segment correspondant.

Il est à remarquer que l'anomalie n'atteint jamais la partie antérieure du corps; les 12 premières paires d'élytres qui existent seules chez beaucoup de Polynoïdiens (et même généralement un bien plus grand nombre) restent à l'abri de ces perturbations.

Il y a peut-être une relation, tout à fait obscure actuellement, entre le mode de vie de ces Polychètes et les anomalies qu'ils présentent. Tous vivent en commensalisme; leurs hôtes sont variés : Polychètes (*Amphitrite ornata, Thelepus crispus*, etc.); Mollusques (*Fissurella cratitia, Glyphis aspera, Cryptochiton Stelleri*); Echinodermes (*Dermasterias imbricata; Balanoglossus*). La cause initiale de ces anomalies est probablement banale, puisqu'elle peut agir à des époques très variables au cours du développement, dans les habitats les plus différents.

On peut enfin observer que la substitution d'une élytre à un cirre dorsal sur l'un des côtés d'un segment ne fournit pas un argument en faveur de l'homologie de ces organes comme on pourrait le penser. C. Herbst (1896-1899) et T.-H. Morgan (1898) ont montré que, suivant le niveau où l'on

pratique la section de l'œil pédonculé des Décapodes Podophtalmes, il se régénère un organe oculiforme ou il apparaît un organe antenniforme.

Le résultat de l'hétéromorphose n'est donc pas indépendant de la nature du traumatisme.

BIOLOGIE. — *De la cause des variations de la longueur de l'intestin chez les larves de* Rana esculenta. Note de M. **Emile Yung**, présentée par M. Yves Delage.

Nous avons vu dans une Note précédente (1) que l'intestin des larves de grenouille s'allonge rapidement durant la période qui précède l'apparition de leurs pattes postérieures. Il atteint en moyenne plus de huit fois la longueur du corps chez les larves soumises au régime végétal et cinq fois cette longueur chez celles nourries exclusivement de viande. Dès lors l'intestin se raccourcit progressivement à la suite des métamorphoses et, quand celles-ci sont achevées, il est réduit à un minimum d'environ $1\frac{1}{2}$ fois la longueur du corps, le même, ou à peu près, pour toutes les jeunes grenouilles, quel qu'ait été jusque-là leur régime alimentaire.

Quelle est la cause de ce raccourcissement?

Je l'attribue, pour une part, au jeûne qu'observent tous les têtards pendant leurs métamorphoses. En effet, ils cessent alors de manger et leur intestin se vide. Or les observations faites sur les grenouilles adultes montrent que l'intestin qui n'est plus distendu par des aliments se raccourcit. Il diminue en moyenne de $\frac{1}{8}$ de sa longueur totale durant le sommeil hivernal et jusqu'à $\frac{1}{4}$ de cette longueur chez les individus soumis à un jeûne expérimental prolongé pendant dix mois.

Afin de m'assurer s'il en est de même chez les larves, j'ai prélevé des têtards issus d'une même ponte et élevés dans des conditions normales et je les ai divisés en deux lots de 40 individus chacun. Ceux du premier lot (vase A) furent complètement privés de nourriture; ceux du second lot (vase B) reçurent à manger du papier à filtrer. Le papier ne constitue pas un aliment, car il n'est pas digéré; néanmoins les têtards en remplissent constamment leur intestin et le rendent sous forme de cylindres moulés sur celui-ci.

Les têtards A et B sont donc réellement inanitiés, ils cessent de s'accroître et ne se métamorphosent pas, mais ceux du vase A meurent de faim les premiers, et leur intestin vide se raccourcit davantage que celui plein de papier des têtards du vase B.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, n° 19.

Ainsi, après un mois de jeûne, les mesures prises sur 10 individus A donnent pour le rapport de la longueur de l'intestin à la longueur du corps le chiffre moyen 2,8, tandis que 10 individus B donnent pour le même rapport le chiffre moyen 3,9. Au début de l'expérience, le rapport en question était de 4,5, et à la fin il était monté à 8,2 (mesures prises sur les congénères nourris normalement). L'inanition a donc bien pour résultat de raccourcir l'intestin chez les larves comme chez les adultes.

Le fait que le raccourcissement est retardé par la présence de substances indigestes, mais qui tiennent de la place, plaide en faveur de l'hypothèse qui attribue l'allongement de l'intestin dans le régime végétal à la plus grande quantité des aliments ingérés (action mécanique). Cependant, Babak vient de montrer (1) par une série d'expériences que les protéines végétales exercent sur la longueur de l'intestin des larves de grenouille une influence d'ordre chimique plus forte que le poids des aliments. Il s'agira donc, dans les expériences ultérieures, de faire la part qui revient à ces deux facteurs dans le déterminisme des dimensions du tube digestif chez les végétariens et chez les carnivores. Indépendamment de toute excitation chimique, le rôle mécanique exercé par les aliments dans ce déterminisme me paraît dès maintenant indéniable.

BIOLOGIE. — *Sur la croissance en poids du cobaye.* Note de Mlle **M. Stefanowska**, présentée par M. Alfred Giard.

Mes recherches ont porté sur une vingtaine de cobayes, depuis leur naissance jusqu'à l'âge de 2 ans, que je pesais régulièrement tous les jours au début de mes expériences, puis trois fois par semaine, ensuite deux fois par semaine, et enfin tous les huit jours. L'alimentation de ces animaux consistait principalement en carottes et en avoine; de plus, on ajoutait souvent du son, du foin en hiver et du trèfle en été.

Si l'on examine les courbes ci-après, on remarque que l'augmentation du poids, à partir de la naissance, qui est d'abord très rapide, diminue au fur et à mesure que l'âge de l'animal grandit, ainsi que l'a signalé Minot (2); j'avais noté le même fait dans une précédente communication sur la souris blanche (*Comptes rendus*, 4 mai 1903).

La courbe de sentiment, qui suit les observations, tourne d'abord sa

(1) *Centralblatt für Physiologie*, Bd. XVIII, n° 21.
(2) Minot, *The Journal of Physiology*, t. XII, 2, p. 97.

concavité vers l'axe des temps, puis vers l'axe des poids, pour s'infléchir définitivement vers l'axe des temps. Le premier point d'inflexion se produit à une époque qui est en général comprise, sur les dix courbes que nous avons relevées, entre les $\frac{2}{3}$ et les $\frac{3}{4}$ du temps correspondant au poids maximum.

La courbe des femelles est visiblement perturbée par les grossesses; pour coordonner les observations, on a fait passer une courbe de sentiment par la ligne de leurs poids minima, qui peut être considérée comme leur courbe normale, abstraction faite de ces accidents.

M. Bastien a calculé les courbes de sentiment tracées sur les figures; elles peuvent se représenter par des hyperboles dont les équations sont :

(*Fig.* 1), les courbes du mâle et de la femelle se confondant à peu près :

$$(5x-y)y - 3870x + 840y - 20000 = 0,$$
$$(0,5y-x)(4y+x) + 4200x - 2400y + 271000 = 0.$$

Fig. 1.

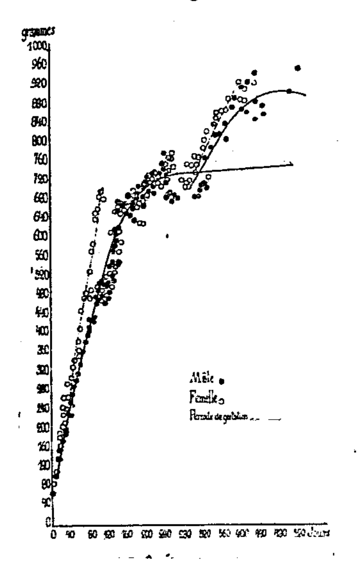
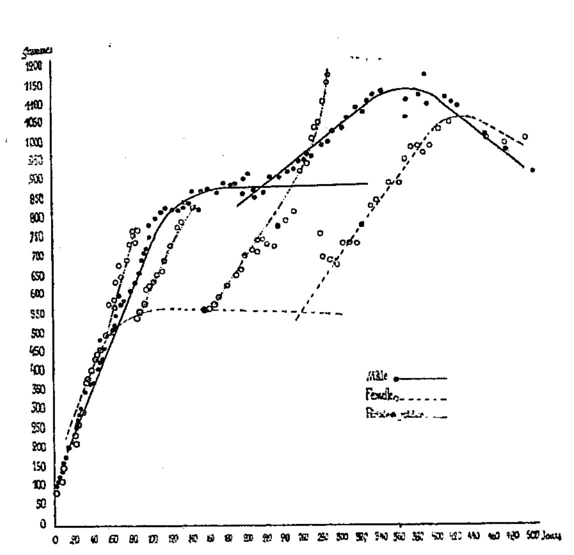


Fig. 2.



(*Fig.* 2) :

$$(6x-y)y - 5300x + 1000y - 101000 = 0 \quad \text{(mâle)},$$
$$(7x-y)y - 4000x + 700y - 70000 = 0 \quad \text{(femelle)},$$
$$(0,5y-x)(0,6y+x) + 830x - 660y + 234000 = 0 \quad \text{(mâle)},$$
$$(0,3y-x)(2y+x) + 2610x - 570y - 233000 = 0 \quad \text{(femelle)}.$$

PHYSIOLOGIE. — *Sur les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire, en fonction de l'âge, chez le cobaye.* Note de M. J. **Tribot**, présentée par M. Alfred Giard.

En vue de préciser l'évolution avec l'âge de ce que M. Ernest Solvay appelle *l'énergie fixée* E_F (1), problème à la solution duquel concourent d'autre part différentes recherches sur la croissance, déjà publiées ou en cours d'exécution (2), nous avons recherché comment varient les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire de l'animal en fonction de l'âge de cet animal.

A cet effet, Mlle M. Stefanowska a bien voulu nous fournir des tissus nerveux et musculaires de cobayes de différents âges. Le tissu musculaire a été soigneusement dépouillé de toute aponévrose; le tissu nerveux était privé de sang par lavage à l'eau éthérée.

Les tissus étaient soigneusement séchés à 40°-50° dans le vide, durant 24 heures, puis ils étaient pulvérisés finement et séchés de nouveau, jusqu'à poids constant, à l'étuve à 80°-85°. Enfin, la combustion s'effectuait dans l'obus calorimétrique; l'opération terminée, on pesait le résidu et l'on dosait volumétriquement l'acide azotique formé.

Les résultats, rapportés à 1g de matière sèche, ont été les suivants :

Ages.	Tissu musculaire.	Tissu nerveux.
jours	Cal	Cal
11	7,720	11,682
16	8,258	12,043
23	8,508	12,264
55	8,526	12,317
73	8,750	12,350
86	9,144	12,380
120	8,164	14,185
180	11,658	11,423
300	8,848	10,508
540	8,712	9,936

Dans leur allure générale, les deux courbes relatives au tissu musculaire

(1) Ernest Solvay, *Formules d'introduction à l'Énergétique*, p. 6.

(2) Ch. Henry et L. Bastien, *Sur la croissance de l'homme et sur la croissance des êtres vivants en général* (*Comptes rendus*, 14 novembre 1904). — Mlle Stefanowska, *Comptes rendus*, 1er février 1904, 4 mai 1903, 2 janvier 1905.

et au tissu nerveux, qui relient les points d'observation, présentent entre elles une grande analogie. Pour les deux tissus, la vitesse d'accroissement, d'abord rapide jusqu'au vingt-troisième jour, ralentit jusqu'au quatre-vingt-sixième jour, puis s'accroît de nouveau, jusqu'à un maximum atteint vers le cent vingtième jour pour le tissu nerveux et le cent quatre-vingtième jour pour le tissu musculaire.

On voit également que l'allure de ces courbes se rapproche sensiblement de celle des courbes relatives à la croissance en poids des mêmes animaux, l'évolution énergétique étant seulement plus rapide que l'évolution en poids.

Nous compléterons ces données par de nouvelles déterminations et par l'analyse chimique des tissus : ce qui permettra d'éliminer dans une certaine mesure les perturbations d'ordre individuel.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la dyscrasie acide.* Note de M. **A. Desgrez** et de M[lle] **Bl. Guende**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence de la fonction acide organique sur les échanges nutritifs. Comme les acides de la série grasse sont facilement brûlés dans l'organisme avec production finale d'acide carbonique qui s'élimine par la voie pulmonaire, nous avons, de préférence, fait porter nos recherches sur les acides aromatiques d'une combustion complète plus difficile et qui, pour cette raison, s'éliminent surtout par l'émonctoire rénal. Nous nous sommes, en outre, adressés à des acides de constitution générale identique, mais présentant des modes différents de saturation du carbone. On sait que le caractère de non-saturation conféré à une molécule acide par la présence d'une liaison éthylénique ou acétylénique a pour effet d'accroître le caractère électro-négatif, c'est-à-dire acide de cette molécule. Nous avons donc égalément recherché de quelle façon ce caractère acide additionnel modifierait l'action physiologique due au groupement acide proprement dit. Guidés par ces considérations, nous avons expérimenté sur l'acide phénylpropionique

$$C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CO^2H$$

et sur les deux composés éthylénique et acétylénique correspondants, les acides cinnamique, $C^6H^5 - CH = CH - CO^2H$, et phénylpropiolique,

$$C^6H^5 - C \equiv C - CO^2H.$$

Nos expériences ont été faites sur quatre séries de cinq cobayes d'âge et de sexe identiques. Ces séries étaient choisies de poids équivalents. Les animaux de la première servant de témoins, chaque cobaye des trois autres séries a reçu quotidiennement, par la voie stomacale, 0g,05 de l'un des acides précédents. Les quantités d'albumine détruites et d'éléments urinaires excrétées ont été rapportées, chaque 24 heures, au kilogramme d'animal.

1° Résultats moyens des 25 premiers jours :

	Témoins.	Acides saturés.	Acides éthylén.	Acides acétylén.
Urée	0g,80	0g,34	0g,76	0g,48
Azote total	0,449	0,223	0,427	0,207
Acide phosphorique	0,038	0,036	0,056	0,040
Albumine dét.	3,22	1,50	2,87	1,39
Rapport azoturique	0,82	0,66	0,82	0,72
Rapport de l'acide phosphor. à l'azote total.	8,5 %	16,1 %	13,1 %	19,3 %
Augment. du poids init. des animaux	30 %	27 %	32 %	34 %

2° Résultats moyens obtenus du 25e au 55e jours :

	Témoins.	Acides saturés.	Acides éthylén.	Acides acétylén.
Urée	0g,98	0g,83	0g,73	0g,52
Azote total	0,564	0,476	0,427	0,313
Acide phosphorique	0,051	0,076	0,061	0,064
Albumine dét.	3,80	3,19	2,88	2,09
Rapport azoturique	0,80	0,73	0,80	0,77
Rapport de l'acide phosphor. à l'azote total.	9 %	15,9 %	14,4 %	20,5 %
Augment. du poids init. des animaux	48 %	60 %	62 %	69 %

3° Résultats observés 75 jours après que l'on a complètement suspendu l'administration des acides organiques. Nous donnons les moyennes de 20 jours :

	Témoins.	Acides saturés.	Acides éthylénique.	Acides acétylénique.
Urée	0g,47	0g,23	0g,35	0g,24
Azote total	0,293	0,209	0,231	0,177
Acide phosphorique	0,055	0,039	0,026	0,032
Album. dét.	1,97	1,41	1,56	1,19
Rapport azoturique	0,75	0,62	0,70	0,60
Rapport de l'acide phosphorique à l'azote total	18,7 %	18,6 %	11,2 %	18,1 %

Interprétation des résultats fournis par ces Tableaux. — 1° L'élaboration de la matière protéique est diminuée sous l'influence de la dyscrasie pro-

voquée par l'acide phénylpropionique et ses analogues. La valeur des coefficients azoturiques montre que la qualité de cette élaboration est également très réduite par l'acide saturé et l'acide acétylénique. Les rapports de l'acide phosphorique à l'azote total éliminés, plus élevés, pendant les deux premières phases de l'expérience, chez les animaux en état de dyscrasie, indiquent une destruction prépondérante des albumines phosphorées, c'est-à-dire des noyaux cellulaires.

2° Quand la molécule d'acide n'a pas tous ses atomes de carbone saturés, le résultat diffère selon qu'il s'agit d'une liaison éthylénique ou acétylénique. La double liaison exerce, en effet, dans l'acide cinnamique, une influence favorable puisqu'elle compense, partiellement au point de vue quantitatif, complètement au point de vue qualitatif, l'influence inverse exercée sur la destruction de l'albumine par la fonction carboxylée. On peut supposer, comme nous chercherons à l'établir, que cette double liaison favorise les échanges nutritifs en donnant naissance à l'oxyde éthylénique puis au glycol correspondants.

3° Les cellules de l'organisme conservent à distance, c'est-à-dire longtemps après suppression de sa cause directe, la nouvelle modalité vitale qui leur est imprimée par la dyscrasie acide.

MÉDECINE. — *Action du permanganate de calcium sur les toxines tétanique, diphtéritique et la tuberculine.* Note de M. **J. Baudran**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, n° 23, p. 1000), j'ai étudié l'action du permanganate de calcium sur certains alcaloïdes, notamment sur la strychnine. Cette fois, j'envisagerai les toxines tétanique, diphtéritique et la tuberculine.

La même méthode leur fut appliquée, la liqueur oxydante agissait par fractions et à 37°. Il est difficile de saisir le moment où la transformation est complète. Cependant, certains réactifs d'alcaloïdes peuvent donner quelques indications. Mais le terme final est indiqué par l'eau gayacolée à 1 pour 100. Le produit filtré, acidulé de quelques gouttes de HCl au $\frac{1}{1000}$, donne alors une coloration et un précipité rouge vineux au bout de 12 heures à 37°.

Tous ces produits renferment du calcium et du manganèse.

Toxine tétanique. — Traitée après dilution au $\frac{1}{100}$, par l'alcool absolu, la toxine donne une solution et un précipité.

La solution, évaporée à basse température, accuse avec le réactif de Fröhde une coloration bleu ardoise, devenant violette à chaud; avec l'acide sulfurique à 1,8 de densité une coloration violette devenant rose à la chaleur.

Le précipité repris par l'eau ne donne rien dans ces conditions.

Dans les deux cas, l'eau gayacolée est insensible.

Mode opératoire. — 2^{cm^3} de toxine, dont l'activité était telle que $\frac{1}{100}$ de centimètre cube tuait un cobaye du poids de 450^g en 48 heures, sont étendus à 200^{cm^3} d'eau et oxydés jusqu'à ce que les réactions précédentes soient annulées et que l'eau gayacolée donne la couleur et le précipité types ([1]). L'opération demande plusieurs semaines pour être terminée. La solution qui en résulte est évaporée dans le vide, quelques milligrammes représentent le résidu blanc, amorphe. Il est précipité par l'alcool. La partie alcoolique, évaporée, laisse percevoir une odeur aromatique d'éther benzoïque, déjà observée avec la strychnine et que je retrouverai plus tard dans les sérums. Avec l'eau oxygénée et le gayacol, elle se colore en rose, se rapprochant ainsi des anaéroxydases.

Le précipité, redissous dans l'eau acidulée, donne au gayacol la coloration spécifique rappelant celle des oxydases.

Expérimentation physiologique. — Le produit brut modifié est étendu d'eau de façon qu'il représente la solution tétanique d'où il est dérivé.

Un cobaye de 470^g reçoit, mélangés, 1^{cm^3} de toxine pure et autant de modifiée. Il survit sans accident.

Un second reçoit à droite et à gauche, en même temps, 1^{cm^3} de chacun des produits ci-dessus. Il n'en est nullement incommodé.

Un troisième est traité dans les mêmes conditions à 12 heures d'intervalle sans en éprouver aucun effet.

En portant la toxine modifiée à 100° pendant quelque temps, elle n'a plus d'action sur la toxine pure. La dose mortelle n'a pu être dépassée.

Toxine diphtéritique. — Pour ce produit, j'ai remarqué que le choix du permanganate n'était pas indifférent. En effet, tous les sels alcalins furent essayés : sodium, potassium, ammonium, sans résultat. Les animaux moururent avec des lésions caractéristiques de diphtérie. La toxine diphtéritique étendue au $\frac{1}{100}$ fut précipitée par l'alcool. La partie alcoolique évaporée donne la réaction suivante : acide sulfurique et bichromate de potassium; coloration rouge sang.

Le mode opératoire, l'action sur le gayacol en liqueur aqueuse acide ou neutre provenant de l'alcool, se traduisent de la même façon qu'avec la

([1]) En traitant la toxine par le trichlorure d'iode ou la chaleur modérée, les mêmes réactions peuvent s'observer.

toxine tétanique. L'expérimentation physiologique pratiquée dans des conditions identiques m'a conduit aux mêmes résultats.

Tuberculine. — La même méthode fut également employée pour la tuberculine. Mais je n'ai pu trouver, au point de vue chimique, une réaction colorée, bien que j'en aie essayé un nombre assez respectable.

Pour la tuberculine, il importe d'éviter la présence de la glycérine. J'y suis arrivé en faisant agir l'alcool; le précipité renferme à la fois des peptones et la tuberculine qui y adhère. Il faut alors une très grande quantité de permanganate de calcium pour la transformation et le seul réactif qui ait pu m'en indiquer la fin fut le gayacol. Encore pour la produire, en milieu acide ou neutre, avec H^2O^2, doit-on éliminer, par le carbonate de sodium, l'excès de Ca renfermé.

L'expérimentation physiologique fut pratiquée sur un très grand nombre d'animaux tuberculeux et toujours elle m'a donné des résultats identiques de survie, chez tous. Que les deux solutions, renfermant chacune $0^g,40$ de tuberculine brute et autant de modifiée aient été injectées ensemble, ou séparément à 12 heures d'intervalle, aucun animal n'est mort et n'en a été incommodé. Loin de là, chez quelques-uns, les ganglions ont diminué et les ulcères se sont cicatrisés, en prolongeant leur existence, comparativement aux témoins. Il m'a fallu environ $0^g,30$ de permanganate de calcium pour transformer 1^{cm^3} des toxines tétanique ou diphtéritique et 3^g pour la tuberculine.

PATHOLOGIE. — *Sur un cas d'ostéomalacie ayant déterminé des déformations extrêmes du squelette et terminé par une rétrocession spontanée des lésions.* Note de M. **P. Berger**, présentée par M. Lannelongue.

Le cas sur lequel j'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie est un exemple des déformations les plus généralisées et les plus extrêmes auxquelles puissent conduire l'ostéomalacie. On ne peut guère lui comparer que celui de la femme Supiot, dont l'observation fut publiée par Morand dans le *Journal des Savants*, en 1752.

I. Chez Godezenne, le sujet de notre observation, le processus ostéomalacique a débuté en 1895 à la suite d'une opération d'ostéotomie supracondylienne du fémur gauche, pratiquée pour un genu valgum qui n'était probablement que le premier indice de la maladie. Aussitôt après se manifestèrent un ramollissement, puis des inflexions des os des jambes droite et

gauche; en 1896, le ramollissement osseux gagna les fémurs, le bassin, etc.; en 1897, il se propagea aux membres supérieurs; dès 1898, les déformations étaient devenues extrêmes et Godezenne présentait presque l'aspect sous lequel nous le voyons aujourd'hui.

L'envahissement de chacun des segments du squelette était annoncé par une période douloureuse, puis le membre était frappé d'une inertie complète due à une sorte d'asthénie musculaire qui accompagnait le ramollissement osseux, enfin se manifestaient et s'accroissaient graduellement les déformations caractéristiques.

Celles-ci, chez Godezenne, ont atteint surtout les membres, mais le bassin, le thorax, le crâne et la face ne sont pas restés indemnes.

Les photographies que je soumets à l'Académie montrent le raccourcissement, les inflexions, les torsions et les plissements qu'ont subis les membres. Voici quelques chiffres qui donnent une idée de la diminution de longueur des différents segments du membre inférieur et du membre supérieur :

Longueur	de la cuisse droite		$0^{m},190^{mm}$
»	»	gauche	0,175
»	de la jambe droite		0,130
»	»	gauche	0,125
»	du pied droit		0,180
»	»	gauche	0,180
»	de l'humérus droit		0,100
»	»	gauche	0,085
»	du cubitus droit		0,220
»	»	gauche	0,200

La diminution de la taille, qui résulte des déformations osseuses, a réduit celle de Godezenne, qui était de $1^{m},57$, à moins de 1^{m} ($0^{m},95$) quand on la mesure de la plante des pieds au sommet de la tête.

Les os iliaques ont subi les viciations qui caractérisent la déformation ostéomalacique; les épines iliaques antérosupérieures ne sont distantes que de 17^{cm}.

Le crâne présente les lésions du cranio-tabès, son diamètre antéropostérieur a diminué, le transversal s'est accru, il est devenu brachycéphale. La face elle-même s'est déformée, les cavités orbitaires paraissent avoir diminué de capacité, d'où résulte un certain degré d'exophtalmie : les pommettes se sont élargies, la saillie du menton s'est notablement effacée.

Les parties du squelette qui restent les moins déformées sont le rachis et la cage thoracique.

On voit sur les radiographies les pièces du squelette tordues, contournées, plissées, remontées sur elles-mêmes, encore reconnaissables à leur double contour, plus semblables à des circonvolutions intestinales qu'à des os, prouvant par leur transparence le degré de décalcification qu'elles ont subi. L'examen de ces radiographies démontre

en outre que les déformations osseuses, dans le cas présent, résultent de l'inflexion graduelle des os due à leur ramollissement et non point à des fractures dont on ne trouve nulle part la trace.

II. L'observation de Godezenne est intéressante à un autre point de vue.

Lorsque, en 1898, les déformations du squelette ont atteint chez lui un degré presque égal à celui qu'elles présentent aujourd'hui, Godezenne était réduit à une immobilité complète; la tête seule jouissait encore de ses mouvements et sa main droite pouvait exécuter sur le lit quelques légers déplacements par une sorte de reptation.

L'état général du sujet était d'ailleurs des plus graves; il existait une anurie presque totale et ce qu'il rendait d'urine renfermait des quantités notables d'albumine. La peau était constamment baignée d'une sueur fétide et il existait un affaiblissement extrême et cette sorte de susceptibilité nerveuse qu'on a souvent notée dans les cas de ce genre.

L'état général est redevenu meilleur aujourd'hui; les urines sont émises en quantité normale (1000^{cm^3} par 24 heures) et elles ne contiennent plus d'albumine; les sueurs ont disparu.

Godezenne se sert habituellement de sa main droite pour manœuvrer divers objets, et il peut soulever, spontanément et sans douleur, son membre supérieur gauche, le plus déformé et même les deux extrémités inférieures hors de la gouttière où il est placé.

Il est certain que ce retour du mouvement est dû à un travail de reconsolidation du squelette, travail très incomplet encore, mais dont on a la preuve en comparant les radiographies faites en 1898 à celles que nous avons fait faire tout récemment.

Ainsi le processus ostéomalacique, chez Godezenne, paraît avoir passé par deux phases successives :

Par une période de décalcification et de production des déformations osseuses, de 1895 jusqu'à 1899 environ; puis, depuis cette époque, par une période de recalcification et de fixation des déformations par une sorte de reconsolidation qui est encore très incomplète.

Cette tendance à l'amélioration, qu'on observe bien rarement dans l'ostéomalacie, n'a jamais été constatée, à notre connaissance, dans des cas aussi graves et où la déformation ait été aussi prononcée; elle s'est produite ici spontanément, car tous les traitements ont été employés sans succès, depuis le traitement classique par l'huile phosphorée, jusqu'à l'action répétée du chloroforme que l'on avait considéré comme un agent spécifique.

Cependant, chez Godezenne, les éliminations calcaires, qui s'élèvent à 9^g par 1000^{cm^3} d'urine, persistent encore aussi considérables qu'elles étaient

jadis. Il s'est même produit, sous leur influence, une complication qui ne nous a été révélée que par les rayons Röntgen.

On voit en effet, au niveau de l'excavation pelvienne, sur les radiographies, deux ombres d'un noir absolu, circulaires, qui se touchent par leurs bords et qui ne peuvent être attribuées qu'à la présence de deux calculs situés dans la cavité vésicale. Une autre ombre, plus irrégulière, mais de même intensité, qu'on observe à la région rénale gauche, semble indiquer qu'il existe également un calcul dans le rein de ce côté.

C'est la première fois que l'on constate l'existence d'une lithiase rénale et vésicale, survenue au cours d'une ostéomalacie. L'immobilité à laquelle est condamné le malade fait que cette complication ne s'était révélée par aucun trouble apparent des fonctions, ni par aucun symptôme particulier.

RADIOTHÉRAPIE. — *Sur l'action nettement favorable des rayons* X *dans les adénopathies tuberculeuses non suppurées*. Note de M. **J. Bergonié**, présentée par M. Bouchard.

Les cas dans lesquels l'action favorable des rayons X sur les adénopathies tuberculeuses a été constatée sont encore trop rares pour qu'on ne signale pas les résultats obtenus lorsqu'ils se présentent avec toute la netteté désirable.

J'ai eu l'occasion de traiter depuis 6 mois, par l'application de rayons X, quatre malades atteints d'adénopathies tuberculeuses non suppurées : voici le résumé succinct de ces observations :

I. Jeune fille, 24 ans, atteinte depuis l'adolescence d'adénopathie ganglionnaire du cou d'un seul côté. État général bon, rien aux poumons, chaîne trachéo-bronchique à peine augmentée, cœur de volume normal. C'est un groupe des ganglions cervicaux, en bas et en arrière, qui est pris, formant l'induration classique difficilement mobile sur les plans sous-jacents; grosseur d'une noix aplatie. Médications nombreuses sans succès; applications de pâtes caustiques ayant produit des adhérences de la peau et des cicatrices vicieuses. Cinq séances de radiothérapie à 15 jours, puis à 1 mois d'intervalle. Rayons n° 5 du radiochromomètre de Benoist, 2 à 3 unités H chaque fois. Dès les premières séances amélioration sensible, aujourd'hui diminution considérable du volume des ganglions, division de l'induration, qui est à peine sensible, cicatrice aplanie et de bonne couleur. État général parfait.

II. Jeune homme, 22 ans, réformé pour pléiade ganglionnaire cervicale; début il y a quatre ans. Ablation, il y a deux ans, de deux de ces ganglions, dont l'espèce pathologique a été constatée. Continuation du développement malgré les traitements physiques et médicamenteux les plus divers. Aujourd'hui adénite s'étendant des deux côtés; dissymétrie considérable de la face et du cou. A droite les ganglions parotidiens,

mastoïdiens, cervicaux et sous-maxillaires ne forment plus qu'une masse fixée, dure, bosselée. L'un d'eux sous le lobule de l'oreille a le volume d'un œuf de poule. La masse ganglionnaire du côté droit se réunit à celle du côté gauche beaucoup moins marquée par une ligne de ganglions sous-maxillaires du volume d'un œuf de pigeon. Chaîne trachéo-bronchique à peu près normale; cœur petit; pas d'atteinte des sommets. Bon état général. Huit séances de radiothérapie, mêmes rayons, intensité faible (2 à 3 H) chaque semaine, résultat lent, mais nettement favorable. Quatre séances (5 et 6 H) chaque quinzaine; radiodermite vive, mais superficielle, guérissant vite. Résultat favorable des dernières séances beaucoup plus marqué : face presque symétrique, masse ganglionnaire droite réduite des trois quarts, ganglions mobiles et séparés roulant sous le doigt; à gauche presque plus rien. Les ganglions sus-claviculaires non traités n'ont pas changé de volume. État général aussi bon sinon meilleur; aucun inconvénient.

III. Femme, 30 ans, hérédité positive; état général bon. Adénite cervicale dès 14 ans; en progrès malgré quelques variations. Aujourd'hui à gauche chapelet volumineux de ganglions cervicaux dont deux du volume d'une grosse noix entraînant une dissymétrie faciale très marquée; à droite chaîne beaucoup moins volumineuse, cependant micropolyadénie cervicale, ganglions sous-maxillaires et deux ganglions mastoïdiens du volume d'une grosse amande. Cinq séances à 15 jours d'intervalle, mêmes rayons, mais intensités fortes marquant légèrement en brun sur la peau. Résultats : amélioration considérable; région cervicale gauche dégagée; volume du plus gros ganglion semblable à celui d'une petite amande sans sa coque, à droite plus de ganglions sous-maxillaires; les mastoïdiens, pris comme témoins et non traités, n'ont pas changé de volume.

IV. Jeune fille, 17 ans, très grande et très forte; volumineux lymphome du creux axillaire gauche remplissant toute l'aisselle, faisant saillie en avant et déformant la région. Masse unique du volume d'une très grosse orange coupée diamétralement et appliquée par la tranche sur les tissus. Ni douleur, ni adhérence, ni fluctuation. Micropolyadénie cervicale du même côté, sans ganglions parotidiens ou sous-maxillaires. Cœur petit; chaîne trachéo-bronchique. Variations symptomatiques de la température le soir; en cure d'air à Arcachon. A fait divers traitements inefficaces. Cinq séances de radiothérapie, hebdomadaires; mêmes rayons que précédemment, intensité faible; petite amélioration. Trois nouvelles séances à quinzaine suivies de radiodermite légère rougissant fortement, puis brunissant la peau; à la suite, amélioration considérable. Aujourd'hui la masse ancienne roule sous le doigt et a le volume d'une amande sans sa coque. État général aussi satisfaisant, sinon meilleur.

En résumé, dans ces cas de polyadénopathies tuberculeuses non suppurées, l'action des rayons X a été nettement favorable.

Elle a amené la régression de tous les ganglions tuméfiés traités, mais rarement leur disparition complète.

Les ganglions voisins non traités et protégés contre l'action des rayons X n'ont pas été modifiés.

Les radiations les plus efficaces paraissent être celles qui, soit par leur quantité, soit par leur qualité, produisent une inflammation marquée de la peau.

Aucune conséquence de cette régression ganglionnaire, quelquefois rapide, sur l'état général des malades n'a pu être constatée.

PALÉONTOLOGIE. — *Les découvertes paléontologiques de M.* de Morgan *en Perse.* Note de M. **H. Douvillé**, présentée par M. Albert Gaudry.

Dans les voyages archéologiques qu'il a exécutés en Perse depuis 1889, M. I. de Morgan n'a pas négligé le côté géologique, et il a rapporté des séries très nombreuses de fossiles recueillies soit au nord, dans l'Elbours, soit au centre, sur la route de Téhéran à Ispahan, mais surtout dans la région frontière de l'ouest, dans le pays des Baktyaris et dans le Louristan; ces régions inhospitalières et très difficiles d'accès n'avaient été traversées que très rapidement autrefois par la mission Loftus. Grâce à ces nouvelles explorations et aux milliers de fossiles recueillis, nous avons aujourd'hui des notions précises sur la constitution de ces régions et, ce qui est d'un intérêt beaucoup plus général, la jonction a pu être établie entre les régions bien connues de l'Europe et de l'Inde. Il est possible maintenant de suivre les formations géologiques depuis l'Atlantique jusqu'à l'océan Indien, et de là par les îles de la Sonde jusqu'à l'océan Pacifique. Depuis les temps paléozoïques, la mer s'est librement étendue dans toute cette zone transversale séparant les terres boréales des terres australes, de même qu'elle séparait l'Amérique du Nord de l'Amérique du Sud. Les découvertes de M. de Morgan viennent de combler la dernière lacune qui persistait encore au milieu de cet anneau.

Si nous entrons dans le détail des résultats acquis nous voyons que pendant le Carboniférien inférieur les dépôts du nord de la Perse rappellent ceux de l'Europe centrale et du Sud-Oranais; pendant le Carboniférien supérieur nous retrouvons des dépôts marins qui se relient d'un côté avec les couches à Fusulines de l'Arménie, de la Russie, de la Carinthie et des Asturies et de l'autre avec la zone moyenne des couches à *Productus* de l'Inde; les récentes explorations françaises dans le Yunnan nous ont montré que ces couches se continuaient vers l'est.

Le Permien existe probablement aussi, mais le Trias n'a pas encore été signalé. Les dépôts sédimentaires recommencent avec le Jurassique inférieur et ils débutent par des dépôts charbonneux qui passent peu à peu à des couches marines; c'est un facies bien connu dans l'Europe orientale (Steyerdorf) et qui se prolonge jusque dans l'Inde (Gondwana) et à Madagascar. Après cet épisode, la mer recouvre une grande partie de la région pendant toute la période jurassique, c'est la *Thetys* de Neumayr; et la

série complète de ces formations paraît se retrouver dans la région de l'Elbours.

Une interruption momentanée se produit au commencement du Crétacé; mais la communication marine s'ouvre de nouveau au travers de la Perse avec l'Aptien et l'Albien; cette mer nouvelle, c'est la Mésogée avec ses Rudistes et ses Orbitolines dont les dépôts sont si largement développés dans la région méditerranéenne et peuvent se suivre d'une manière continue dans toute la zone tropicale. A cette époque, comme nous l'avons déjà dit, la distribution des continents et des mers était bien différente de ce qu'elle est aujourd'hui : partout les terres du Nord étaient séparées de celles du Sud et leurs habitants devaient se développer d'une manière indépendante, tandis qu'au contraire la continuité des mers équatoriales était éminemment favorable à l'uniformité du développement des animaux marins. Aussi ne devons-nous pas être étonnés de retrouver en Perse, pendant le Vraconnien et le Cénomanien, des faunes d'Ammonites identiques à celles de l'Europe et à celles de l'Inde. Pendant le Turonien nous retrouvons des Rudistes tout à fait comparables à ceux du Midi de la France, mais ils sont moins variés, les Hippurites font défaut et bien peu nombreux sont les Radiolites qui se sont avancés plus loin vers l'est dans l'Inde et à Bornéo; nous sommes presque à la limite de l'extension de ce groupe curieux; il est encore représenté dans le Sénonien supérieur par quelques Hippurites, par des *Lapeirousia* identiques à nos espèces de l'Aquitaine et par un genre nouveau (*Polyptychus*) qui atteint une taille énorme.

A cette époque, la vie se développe avec une intensité extraordinaire; c'est par milliers que les Échinides peuvent être ramassés dans les couches marneuses du Louristan, et MM. Cotteau et Gauthier nous ont montré que ces formes sont analogues à celles qui vivaient à la même époque en Europe et en Algérie, mais qu'elles en diffèrent spécifiquement; les Mollusques, les Brachiopodes sont, au contraire, presque les mêmes. C'est à ce moment qu'apparaît en Perse un Foraminifère gigantesque (*Loftusia*), peut-être le plus grand connu.

Les derniers dépôts crétacés sont particulièrement intéressants : la mer était moins profonde, sa température était élevée et la faune qui s'y est développée présente de telles analogies avec les faunes éocènes de l'Europe qu'une étude approfondie est nécessaire pour les distinguer. Une fois de plus, nous constatons la grande influence des facies : quand les conditions de dépôt restent les mêmes, les faunes se modifient d'une manière progressive et continue. C'est seulement quand ces conditions changent brusquement que l'on peut observer une discontinuité dans les faunes;

l'exemple que nous venons de citer montre bien que cette discontinuité n'est que locale : très marquée en Europe, elle n'existe pas dans le Louristan. C'est là certainement un des faits les plus importants qui aient été mis en évidence par les découvertes de M. de Morgan.

La communication marine persiste pendant l'Éocène, et les couches à Nummulites s'y développent comme en Europe et comme dans le nord-ouest de l'Inde; elle n'a été définitivement interrompue que par les mouvements qui ont amené la formation des grandes chaînes de montagne, Pyrénées, Alpes, Himalaya.

Cet aperçu rapide suffit pour montrer toute la valeur des découvertes de M. de Morgan en Perse; elles font grand honneur non seulement à l'explorateur lui-même, mais encore à notre pays, qui a permis de les réaliser.

Il est peu de périodes où une seule nation ait autant contribué aux progrès de nos connaissances géologiques; il nous suffira d'ajouter aux travaux que nous venons de résumer les explorations du Yunnan par les missions Leclère et Lantenois, les travaux déjà publiés sur Madagascar et ceux qui vont l'être prochainement sur cette île et sur la Nouvelle-Calédonie, ceux dont la Tunisie a été l'objet, les explorations en cours au Maroc, enfin les découvertes faites par nos officiers dans le nord de l'Afrique et qui ont été si bien coordonnées et mises en valeur par M. de Lapparent.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle.* Note de M. C. **Cavallier**, présentée par M. Alfred Picard.

Le 19 mars 1905, l'Administration des Mines a constaté officiellement la découverte de la première couche de houille dans le département de Meurthe-et-Moselle. C'est sur le territoire de la ville de Pont-à-Mousson, au sondage exécuté par la Société anonyme des hauts fourneaux et fonderies de cette ville, dans l'usine même, que M. Bailly, Ingénieur au Corps des Mines, a constaté l'existence d'une couche de charbon de 70^{cm} environ de puissance, à 819^{m} de profondeur, et à 638^{m} au-dessous du niveau de la mer.

Ce fait sera l'un des plus importants de ceux qui auront marqué la campagne de recherches du prolongement vers l'ouest du bassin houiller de Sarrebrück. Cette campagne, abandonnée vers 1895 après les difficultés presque insurmontables rencontrées dans la mise en exploitation et notamment dans le fonçage des puits sur les confins du bassin de la Sarre, fut reprise en 1899, lors de la hausse des combustibles. . . . . . .

Vers la fin de 1900, le bilan des travaux était déjà fort intéressant. Un sondage à Longeville (Lubeln), près de Saint-Awold, avait rencontré, à environ 600^m de profondeur, une couche de charbon de 4^m de puissance. A Hargarten, un sondage de 250^m de profondeur, exécuté en 15 jours, avait également rencontré le charbon. A Niederwisse, à Bouzonville, à Oberdorff, des sondages étaient commencés.

La hausse du charbon avait aussi provoqué, chez les métallurgistes de Meurthe-et-Moselle, le désir de se rendre maîtres de cette importante matière première.

La Société des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson suivait pas à pas les sondages exécutés entre Saint-Awold et Bouzonville, et se demandait si le bassin ne se prolongeait pas jusqu'à la Moselle, et dans quelle direction probable.

C'est ce qu'elle demanda à M. Nicklès, au commencement de décembre 1900. C'est ce que les Sociétés de Pont-à-Mousson, de Micheville et de Saintignon et C[ie] demandèrent à MM. Marcel Bertrand et Bergeron, à la même époque.

La réponse de M. Nicklès, après étude des terrains, fut nette. Il indiqua comme région la plus favorable, pour une première recherche, la région même où fut installé plus tard le sondage d'Éply.

L'étude très documentée de MM. Marcel Bertrand et Bergeron pouvait se résumer en ceci : la ligne d'épaisseur minimum des morts terrains passe très probablement à Cheminot-Lesménils; le terrain houiller affecte dans la région de Lorraine la forme de dômes qu'il faut étudier, car l'on peut, suivant qu'un sondage sera exécuté sur le sommet d'un dôme, ou sur la retombée, ou entre deux dômes, atteindre le terrain houiller à une profondeur très variable.

Ces études et les renseignements de fait fournis par les recherches lorraines ont déterminé le commencement des sondages aux environs de Pont-à-Mousson.

Le Tableau suivant rapproche la coupe de deux sondages relativement proches de la frontière française, ceux de Faulquemont III (F. III) et de Mainvillers (M.), de celle du sondage de Pont-à-Mousson (P.-à-M.). Ces trois sondages ont été forés par la Société *Bonne-Espérance* (Vogt et C[ie]) :

	F. III.	M.	P.-à-M
Terrain où se trouve l'orifice	Muschelkalk	Keuper	Lias
Cote de niveau de l'orifice	m 245,00	m 250,00	m 181,00
Épaisseur de Lias	»	»	113,00
Épaisseur de Keuper	»	120,30	234,50
Épaisseur de Muschelkalk	75,00	132,50	145,50
Épaisseur des grès (grès bigarré et grès vosgien)	481,00	439,55	296,00

	F. III.	M.	P.-à-M.
Épaisseur de l'argile compacte rouge brique, que M. Van Verveke, géologue à Strasbourg, classe dans les couches moyennes d'Ottweiler, et bancs de conglomérats alternant avec bancs de grès	195,45	118,85	16,00
Profondeur du toit du houiller	751,45	811,20	805,00
Cote de niveau du toit du houiller	−506,45	−561,20	−624,00
Épaisseur totale des morts terrains à traverser entre le toit des grès bigarrés et le toit du houiller	**676,45**	**558,40**	**312,00**

C'est par suite de l'amincissement considérable indiqué par la dernière ligne du Tableau précédent que le terrain houiller se trouve, en Meurthe-et-Moselle, à une profondeur inespérée.

Il faut remarquer encore que le toit du houiller, par rapport au niveau de la mer, est aux cotes suivantes :

Mainvillers.	Hémilly.	Éply.	Pont-à-Mousson.
−561,20	−490	−505	−624

Le toit du houiller est donc très sensiblement au même niveau à Éply et à Hémilly. La distance de ces deux sondages, suivant la direction de l'anticlinal, est de 32^{km}.

Quelle sera l'étendue du bassin houiller de Meurthe-et-Moselle?

Dans la direction du sud-ouest, le terrain houiller paraît peu incliné. Si, à Greney et à Martincourt, ce terrain houiller est encore accessible, et s'il est productif, on pourra jalonner de nouveaux sondages dans la direction de Lérouville.

Vers le nord, le sondage de Lesménils indique une inclinaison du toit du houiller d'environ 28^{mm} par mètre. Le sondage de Vilcey-sur-Trey, au nord-ouest de Pont-à-Mousson, montrera si cette inclinaison reste stationnaire en allant vers l'ouest, ou si elle diminue comme certaines considérations pourraient le faire supposer.

Vers le sud, la question est plus complexe. La grande faille de Sarrebrück rejette les terrains au sud de 1500^{m} au moins. Ce rejet se maintient-il vers l'ouest? Les avis sont partagés sur l'existence et l'amplitude du rejet de la faille, à hauteur de Faulquemont. Mais les sondages de Laborde, d'Abaucourt, de Four-à-Chaux de Nomeny, d'une part, les sondages de Brin et de Belleau, d'autre part, donneront la réponse à la question.

Enfin, quelle pourra être la richesse du bassin houiller de Meurthe-et-Moselle ?

Les sondages de Lorraine ne donnent encore que peu d'indications. Cependant le sondage de Faulquemont III a recoupé, sur 166^{m},55 de houiller, 14^{m},35 de charbon en sept couches de 0^{m},20, 4^{m},10, 2^{m},60, 0^{m},60, 3^{m},65, 2^{m},30 et 0^{m},90 de puissance.

GÉOLOGIE. — *Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle.* Note de M. R. Nicklès, présentée par M. R. Zeiller.

Comme complément à la Note de M. Cavallier annonçant la découverte d'une couche de houille de $0^m,70$ dans le sondage entrepris par lui à Pont-à-Mousson, il me paraît intéressant de donner à l'Académie quelques détails sur les résultats acquis à ce jour dans les deux sondages que font faire à Éply et à Lesménils les Sociétés lorraines de charbonnages réunies et qui sont depuis plusieurs mois déjà en plein terrain houiller. Cette rencontre du terrain houiller et la constatation à Éply d'une petite couche de charbon étaient déjà de nature, en effet, à faire concevoir de sérieuses espérances, auxquelles l'importante découverte de M. Cavallier vient de donner la plus heureuse confirmation.

Je m'étais jusqu'à présent abstenu de faire connaître les renseignements qui m'ont été obligeamment fournis sur les résultats de ces sondages au fur et à mesure de leur avancement [1], parce qu'ils m'avaient été communiqués à titre confidentiel. Il me paraît aujourd'hui d'autant plus indiqué de rompre le silence, que les résultats obtenus ayant été peu à peu ébruités, et même publiés par des tiers, il convient de dire avec plus de précision en quoi ils consistent.

Le sondage d'Éply, commencé à la cote d'altitude de 179^m, a atteint le terrain houiller au commencement de juillet 1904, à la profondeur de 659^m et a traversé à $691^m,50$ une couche de houille trop mince sans doute pour être exploitable, mais dont l'épaisseur n'a pu être évaluée exactement. On avait acquis la certitude de son existence en voyant remonter, lors du curage, un morceau de houille de $0^m,25$ de long sur $0^m,15$ de large et $0^m,08$ d'épaisseur normale à la stratification : il portait sur sa surface une empreinte très nette de *Cordaites*. L'analyse chimique [2] avait donné 39,40 pour 100 de matières volatiles et 8,90 de cendres. Une seconde couche, de $0^m,15$ à $0^m,20$, a été constatée à $716^m,80$. Un accident a arrêté les travaux à 756^m de profondeur, mais le sauvetage vient d'être opéré et le fonçage va reprendre. Les couches traversées consistent surtout en conglomérats et schistes argileux.

Au sondage de Lesménils, commencé à la cote de 196^m, on a rencontré le houiller,

---

(1) Je tiens à remercier ici M. Villain, directeur des Sociétés lorraines de charbonnages réunies, ainsi que M. Cavallier, administrateur-directeur de la Société des hauts fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson, de m'avoir autorisé à publier les résultats des constatations faites dans leurs sondages.

(2) *Supplément mensuel du Bulletin de la Société industrielle de l'Est,* 30 novembre 1904.

le 22 août 1904, à 776^{m} de profondeur, et on est maintenant à 1370^{m}, n'ayant traversé qu'une stampe stérile de schistes gréseux et conglomérats avec de rares filets charbonneux; mais, en raison de la forte inclinaison des couches, l'épaisseur utile doit être pour le houiller réduite dans une forte proportion. Lesménils, d'après la nature et le pendage des couches, semblerait constituer un niveau plus récent que Pont-à-Mousson.

A Pont-à-Mousson (orifice : 181^{m}) le sondage a atteint le houiller rubéfié à 789^{m}, le houiller de facies normal à 805^{m} et la couche de houille à 819^{m} après avoir traversé conglomérats, schistes argileux et schistes gréseux.

Les caractères lithologiques des échantillons recueillis dans ces trois sondages rappellent ceux du westphalien de Sarrebrück : la teneur élevée en hydrocarbures les rattache au type des charbons flambants.

Aux sondages d'Éply, de Lesménils, de Pont-à-Mousson, le westphalien affleure immédiatement ou presque immédiatement au-dessous des terrains secondaires. Le westphalien forme ainsi la partie profonde de l'anticlinal dont j'ai indiqué l'axe (1) comme passant par Éply et Atton en me basant sur les déformations d'allure produites par les mouvements posthumes dans les couches secondaires; dont j'ai aussi fait connaître la retombée nord vers Cheminot et la retombée méridionale au sud d'Éply. L'allure spéciale de cet anticlinal ou plutôt de cette portion d'anticlinal, si différente de l'allure d'autres régions de Meurthe-et-Moselle, qui rappellent trait pour trait les cuvettes et les dômes (*Mulde* et *Sattel*) de la Lorraine annexée, comme l'avaient pressenti MM. Marcel Bertrand et Bergeron, n'implique d'ailleurs aucune présomption défavorable au sujet de ces dernières.

En ce qui regarde les terrains secondaires qui recouvrent le terrain houiller, je me bornerai, pour le moment, à attirer l'attention sur la ressemblance des grès inférieurs avec le grès rouge permien, soit qu'il s'agisse ici réellement du grès permien, et alors la transgression qui a arasé la région serait arrivée à l'anticlinal vers la fin du thuringien, soit plutôt parce que les grès triasiques inférieurs, renfermant une proportion considérable d'éléments remaniés du permien, en auraient comme dans d'autres régions (Aveyron, Hérault) pris la teinte et l'aspect.

La surface arasée du houiller présente une particularité remarquable : sous l'influence sans doute de l'eau fortement minéralisée du grès qui les recouvre, les couches noires ou gris foncé du westphalien sont devenues

(1) NICKLÈS, *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle, et des points où il faut la chercher*. Nancy, Jacques, 1902.

roses ou violettes [1] sur une épaisseur variant entre 16ᵐ et 25ᵐ environ à partir de la surface arasée, et quel que soit le pendage des couches. Or, à Éply, les empreintes végétales talqueuses de ces schistes violets n'appartiennent, d'après les déterminations faites si obligeamment par M. Zeiller, qu'à des formes westphaliennes et non au permien comme on aurait pu le croire.

Entre les grès et la surface arasée du westphalien existe donc une lacune considérable correspondant à l'arasement total du permien, du stéphanien, et d'une partie, sans doute assez faible, du westphalien. Cet arasement, sans lequel on n'avait dans mon opinion aucun espoir d'aboutir, aurait enlevé une épaisseur de 3600ᵐ, si toutefois ces étages ont eu en Meurthe-et-Moselle la même puissance qu'à Sarrebrück, et aurait arrêté son effet à très peu près au point souhaité pour l'industrie de Meurthe-et-Moselle.

Sans cet arasement, que j'avais prévu comme un espoir réalisable [2], il eût été impossible de songer à rencontrer le houiller à des profondeurs accessibles, la simple prévision d'un prolongement du bassin de Sarrebrück vers le sud-est s'imposant d'elle-même avec évidence à l'examen des cartes géologiques, mais étant, à elle seule, sans valeur pratique.

Les sondages en cours d'exécution et les sondages futurs permettront seuls de savoir si le westphalien, si riche en couches exploitables dans la région de Sarrebrück, sera également productif en Meurthe-et-Moselle. Bien que, dans les terrains sédimentaires, et spécialement dans le terrain houiller, la nature des sédiments soit susceptible de se modifier sur de faibles distances, la découverte d'une couche exploitable à Pont-à-Mousson, ainsi que d'une ou deux petites couches à Éply est faite pour donner bon espoir.

C'est la première fois que l'on constate en Meurthe-et-Moselle la présence de la houille exploitable : l'importance de ce fait et ses conséquences possibles au point de vue industriel n'échapperont à personne.

GÉOLOGIE. — *Découverte de la houille exploitable en Lorraine française.* Note de M. FRANCIS LAUR. (Extrait.)

Nous avons la grande joie patriotique d'informer l'Académie que, dans la nuit du dimanche au lundi 21 mars, le sondage de Pont-à-Mousson a

---

(1) Le sondage d'Atton, entrepris à la cote de 180ᵐ, vient d'entrer récemment dans ces schistes violets à 749ᵐ,50.

(2) *Loc. cit.*, p. 16, § 2°. MM. Marcel Bertrand et Bergeron avaient, de leur côté, émis l'idée de l'arasement (*ibid.*, p. 6).

recoupé à 814^m une veine de houille de 80^{cm} parfaitement compacte et pure (charbon flambant).

Cette couche est la même que celle traversée à Éply à la profondeur de 700^m environ, en septembre dernier, mais qui avait été mal étudiée.

Le terrain houiller paraît donc tout à fait régulier et la couche se trouve au même horizon géologique à 6^{km} ou 7^{km} de distance. Il y en a beaucoup d'autres en dessous, l'étage moyen de Sarrebrück dans lequel on est entré en contenant 117.

En résumé, nous estimons que le bassin houiller, qui va être successivement reconnu et jalonné par les 15 sondages en cours, est un des plus larges et des plus puissants du nord de l'Europe. Il aurait, d'après nos études, 25^{km} de largeur et irait ainsi jusqu'au nord de Nancy.

Quant à sa longueur, elle est probablement considérable sous le bassin de Paris.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la marche de la solidification de la Terre.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lœwy.

Dans leur Note du 23 janvier, MM. Lœwy et Puiseux rappellent les deux théories de la solidification de la Terre, soit à partir de la surface, soit à partir du centre, et présentent en ces termes l'objection fondamentale formulée contre la première par les partisans du « noyau solide » :

Le passage à l'état solide se fait par petites portions sous l'influence du refroidissement superficiel. Que deviennent les scories formées?...

La plupart des substances minérales se contractent en se solidifiant, à l'inverse de ce qui se passe pour l'eau. *Elles ne vont donc point flotter* comme des glaçons, mais plonger à l'intérieur, où elles repasseront à l'état liquide, sous l'influence d'une température plus élevée.

Cette objection n'a aucune portée; car le raisonnement qu'on vient de lire, et dont la conclusion est que les scories ne sauraient flotter, n'est applicable qu'à certaines catégories de corps tels que les corps simples ou les alliages eutectiques, et non à un ensemble complexe tel qu'une planète encore complètement à l'état liquide et dont la solidification va commencer par suite du refroidissement superficiel.

Ce raisonnement suppose, en effet, que le corps qui vient de se solidifier, et qui est désigné sous le nom pourtant bien significatif de *scorie*, est chimiquement identique à la masse liquide au sein de laquelle il a pris naissance. Or ce n'est évidemment pas le cas.

Cette masse liquide peut être considérée comme un mélange d'un grand nombre de corps différant notamment par leur densité et leur point de fusion. Sa solidification sous l'influence d'un refroidissement lent peut se comparer à celle des alliages en proportions quelconques, et doit se poursuivre de la manière suivante.

Les corps les moins fusibles vont se solidifier d'abord à la surface, soit qu'ils préexistent dans le mélange, ou qu'ils se forment à ce moment par la réunion d'éléments convenables. Le fait capital est que ces corps solidifiés n'ont pas la même composition chimique que le milieu liquide ambiant; ils peuvent donc être plus ou moins denses que lui, indépendamment de la considération (invoquée seule et à tort) du changement de volume qui accompagne le changement d'état.

Deux cas se présentent alors :

1° Si le solide ainsi formé à la surface est plus dense que le liquide ambiant, il plonge et repasse à l'état liquide, conformément aux observations rappelées plus haut;

2° Mais si le corps solidifié est moins dense que ce liquide ambiant, il va bel et bien flotter à la surface.

Ainsi pourra se former une première ébauche de la lithosphère au moyen des seuls matériaux plus légers à l'état solide que le milieu liquide restant à la même température.

Cette croûte subira, surtout au début, de nombreuses dislocations, qui auront d'ailleurs pour effet d'y englober des masses plus ou moins importantes de liquide sous-jacent, plus dense par conséquent. Malgré cela, la densité moyenne de la lithosphère devra être notablement inférieure à celle de la masse liquide centrale, ainsi qu'il est bien établi par l'expérience.

A mesure que la solidification se poursuivra, la densité moyenne du noyau liquide augmentera. Il est facile d'en suivre les conséquences.

Revenons maintenant aux corps lourds dont le point de fusion est relativement élevé, et plaçons-nous dans l'hypothèse où toute la masse fluide est formée de corps intimement mélangés (il n'y a donc *pas de surface de séparation* entre liquides de densités différentes, et la masse spécifique n'augmente de la surface au centre qu'en raison de l'accroissement de pression).

Soit T la température au centre, qui est vraisemblablement maxima.

Si nous admettons, avec Barus, que le point de fusion des corps s'élève toujours avec la pression, nous pouvons concevoir qu'un corps lourd, qui s'est solidifié soit à la surface soit au sein du liquide, puisse gagner le centre sans fondre. Cela se produira nécessairement lorsque la température T du

centre sera devenue inférieure au point de fusion du corps considéré sous l'énorme pression qui règne en ce centre.

Il pourrait y avoir ainsi, à partir d'un certain moment, solidification à la fois centrifuge et centripète, ce qui concilierait les deux théories.

L'existence d'un noyau solide central serait beaucoup plus problématique si le point de fusion des corps, en général, passait par un maximum, comme cela semblerait résulter des expériences de M. Damien et de M. Tammann.

Enfin la question se compliquerait beaucoup si l'on devait admettre que la masse liquide primitive fût *séparée* en couches de densités différentes.

MÉTÉOROLOGIE. — *L'influence des éclipses sur le mouvement de l'atmosphère.* Note de MM. **W. de Fonvielle** et **Paul Bordé**.

M. H.-H. Clayton, un des météorologistes du *Weather Bureau*, a publié dans le Tome XLIII des *Mémoires* d'Harvard College, un travail fort intéressant dans lequel il examine l'influence que les éclipses peuvent exercer sur les mouvements de l'atmosphère. Ce savant pense que dans la première phase, c'est-à-dire depuis le premier contact jusqu'à l'époque de la totalité, l'effet doit être le même que celui d'un coucher de soleil ordinaire et que, dans la seconde phase, l'effet doit être inverse, c'est-à-dire analogue à un lever.

L'idée nous a paru féconde; en effet, les deux phases sont séparées par une période d'obscurité dont la durée est négligeable. Les effets contradictoires se succédant pour ainsi dire sans interruption, il doit être beaucoup plus facile que dans les jours ordinaires de constater la nature de chacun d'eux. Pour arriver à ce résultat, il suffit de se placer dans des conditions meilleures que M. H.-H. Clayton, dont la démonstration ne manque peut-être de netteté que parce qu'il s'est borné à combiner des observations faites à terre au lieu d'avoir recours à des observations aéronautiques. Cette conviction fait que nous avons chaudement approuvé le plan présenté par le colonel Vivès y Vich, de l'armée espagnole, et développé dans une brochure dont l'Académie a sans doute reçu un exemplaire. En conséquence, nous avons proposé à la Société française de Navigation aérienne, qui a adopté notre motion, d'envoyer à Burgos un ballon monté par ses plus habiles pilotes et, nous l'espérons, une personne déjà célèbre par des observations astronomiques exécutées en ballon, avec succès. Nous ferons tous nos efforts pour représenter dignement l'Aéronautique nationale dans une circonstance aussi importante. D'autre part, nous avons conseillé à nos

collègues qui ont déjà désigné M. Carton, l'aéronaute bien connu, de recommencer le 30 août prochain l'expérience exécutée avec tant de talent par Mlle Dorothée Klumpke, aujourd'hui Mme Isaac Roberts, et dont les résultats ont été présentés dans la première séance de juin 1900 par M. Lœwy, directeur de l'Observatoire de Paris, auquel cette dame était alors attachée.

Mais, en même temps que la Société française envoyait un télégramme de félicitations au colonel Vivès y Vich, elle adoptait une motion supplémentaire : elle décidait que ses aéronautes emporteraient des actinomètres semblables à ceux qui ont permis aux aéronautes allemands de prendre deux mille mesures de l'activité du rayonnement calorifique du Soleil au cours de soixante-quinze ascensions scientifiques. Ces résultats sont décrits et commentés dans le troisième Volume des *Voyages aériens scientifiques* publiés en 1901 par M. Assmann, directeur de l'observatoire de Tegel. Ils fourniront une base scientifique sérieuse pour discuter les mesures prises pendant toute la durée de l'éclipse depuis le premier jusqu'au dernier contact en se tenant au-dessus des nuages et autant que possible sans changer de niveau. Comme le vent n'existe pas en ballon, on pourra peut-être simplifier la construction de l'actinomètre et le rendre enregistreur. D'un autre côté, les mouvements propres du ballon étant insignifiants par rapport à ceux de l'éclipse qui parcourt sur la Terre une distance de 3000^{km} à 4000^{km} par heure, on pourra supposer que le ballon reste fixé en un point répondant à la moyenne des diverses positions qu'il a successivement occupées pendant la durée de l'éclipse. Par une coïncidence digne d'être notée, ces mouvements propres, qui ne nuisent point à l'observation, sont précieux pour apprécier les changements de direction et d'intensité du vent qui se produisent depuis le premier jusqu'au dernier contact.

OCÉANOGRAPHIE. — *Relation entre la densité et la salinité des eaux de mer.* Note de M. A. Chevallier.

La Conférence internationale pour l'étude de la mer, qui s'est tenue à Stockholm en 1899, recommandait, parmi les décisions qu'elle a prises, une revision expérimentale des Tables donnant la relation entre la quantité d'halogènes, la densité et la salinité de l'eau de mer. M. Knudsen, de Copenhague, a effectué ce travail de revision et l'a fait paraître en 1901 sous le nom de *Hydrographische Tabellen*.

D'autre part M. Thoulet vient de publier les résultats des analyses d'échantillons d'eau récoltés en 1902 et 1903 par le yacht *Princesse-Alice*

appartenant à S. A. S. le Prince de Monaco. Il a représenté ces résultats « par un graphique dans lequel les halogènes et l'acide sulfurique sont en abscisses et les densités δ_4^0 en ordonnées. Les différents points sont distribués sur une *aire* et non sur une *ligne*. Il en résulte qu'à une même densité normale δ_4^0 correspondent, aussi bien pour les halogènes que pour l'acide sulfurique, plusieurs points situés sur une même verticale à des distances les uns des autres de beaucoup supérieures aux limites d'erreur. Or toute Table, impliquant une relation fixe et immuable, est figurée graphiquement par une ligne. Puisqu'il n'en est pas ainsi pour les caractéristiques physiques et chimiques, on peut assurer de la façon la plus formelle que toute Table, de quelque manière qu'elle ait été calculée, tendant à établir une relation de ce genre, n'est qu'une simple approximation de la vérité, incapable de servir à des travaux précis. Les eaux de l'Océan n'offrent donc point une unité de constitution chimique et ne sauraient être comparées à des dissolutions dans une plus ou moins grande quantité d'eau distillée d'un mélange de différents sels dans des proportions respectives constantes ».

Des considérations précédentes, il résulte que deux eaux de mer ayant même densité à 0° peuvent contenir des poids différents de chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc. et inversement. Je me suis demandé si ces eaux de même densité, mais de composition chimique différente, pouvaient avoir même salinité.

Les principaux sels contenus dans l'eau de mer sont les suivants : $NaCl$, $MgCl^2$, $MgSO^4$, $CaSO^4$; puis, en quantités plus faibles, KCl, Na^2SO^4, $NaBr$, $MgBr^2$, $CaCO^3$. J'ai supposé une eau de mer contenant exclusivement chacun de ces différents sels, sauf cependant les trois derniers. On en a donc fait des solutions plus ou moins diluées et, pour chacune d'elles, la densité à 0° a été mesurée au pycnomètre en prenant les précautions nécessaires; la salinité a été obtenue en employant une méthode appropriée à chacun des sels étudiés; on dosait la quantité de matière solide contenue dans un poids déterminé de liqueur et l'on réduisait à 1000g de la solution.

Voici les résultats obtenus :

Na Cl.		Mg Cl².		Mg SO⁴.		Ca SO⁴.		Na² SO⁴.		K Cl.	
Salinité.	Densité.	Salinité.	Densité.	Salinité.	Densité.	Salinité.	Densité.	Salinité.	Densité.	Salinité.	Densité.
40	1,03049	38,38	1,03191	29,16	1,03071	1,89	1,00192	36,65	1,03522	35	1,02349
35	1,02667	31,06	1,02580	22,05	1,02325	1,73	1,00154	22,19	1,02132	20	1,01330
30	1,02281	15,21	1,01251	16,36	1,01722			16,65	1,01595	10	1,00653
20	1,01514	8,81	1,00726								
10	1,00749										

Ces chiffres ont été mis sous forme de graphique. On a porté en abscisses les densités à 0° et en ordonnées les salinités correspondantes. On a joint par un trait continu les points se rapportant à une même solution. On a obtenu ainsi un faisceau de lignes

faisant entre elles des angles différents et qui partent toutes d'un même point situé sur l'axe des x et donné par la salinité o de l'eau douce, dont la densité à 0° est 0,99988. Ces lignes sont sensiblement des droites et leur grande régularité montre le degré d'exactitude de la méthode employée.

Si l'on figure aussi sur le dessin la courbe relative à l'eau de mer d'après les chiffres des *Hydrographische Tabellen,* on remarque qu'elle a une disposition intermédiaire entre celles des diverses positions et qu'elle se trouve en dessous et très près de la courbe du chlorure de sodium.

Le graphique montre les écarts énormes qui existent entre les salinités des liqueurs différentes : une eau de mer qui ne contiendrait que du chlorure de sodium dans la proportion de 35g pour 1000g, par exemple, aurait une densité δ_4^0 de 1,02667, tandis que, si elle renfermait 35g de sulfate de magnésie et rien que cela, elle aurait une densité de 1,03694, soit 0,01027 en plus.

On peut en conclure que deux eaux de mer de même densité n'auront même salinité qu'autant que la composition chimique sera identique, ce qui n'arrive pour ainsi dire jamais d'après ce que l'on a vu précédemment.

La salinité d'une eau de mer est une caractéristique qu'il est impossible de mesurer directement d'une manière à la fois précise et rapide; on ne l'obtient qu'indirectement par un dosage de chlore. Comme la quantité de chlore n'est pas toujours la même pour une même densité, il en résulte que deux eaux de même chloruration n'ont pas forcément la même salinité.

Il serait donc à souhaiter qu'à l'avenir, pour tous les échantillons récoltés, on mesurât directement la densité à 0° au pycnomètre, opération facile et exacte. Ce chiffre servirait exclusivement à caractériser une eau de mer, du moins pour les recherches délicates comme celles relatives à la circulation océanique. Le terme de salinité pourrait être conservé, mais seulement pour les personnes qui, comme les zoologistes, les pêcheurs, n'ont pas besoin d'une grande précision et à qui il suffit de savoir qu'une eau est un peu plus ou un peu moins salée qu'une autre.

M. B. Kuriloff adresse une Note *Sur le peroxyde de zinc.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

N° 13.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 27 mars 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Berthelot. — Sur les vases de silice fondue; leur emploi en Chimie 817

M. Berthelot. — Sur les vases de silice fondue; leur perméabilité 821

M. Bassot adresse de Nice une dépêche relative à la comète Giacobini 825

M. J. Boussinesq. — Construction, dans un milieu opaque homogène, des rayons lumineux qui y pénètrent par une face plane .. 825

MM. A. Laveran et F. Mesnil. — Sur le Surra et sur la différenciation des Trypanosomiases 831

M. R. Zeiller. — Sur les plantes houillères des sondages d'Éply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle) 837

MM. Paul Sabatier et Alp. Mailhe. — Sur les dérivés monochlorés du méthylcyclohexane 840

M. Grandidier présente une série de Cartes de l'Archipel arctique américain. 843

M. A. Giard fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences » 844

NOMINATIONS.

M. van't Hoff est élu Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *W. Gibbs* 844

CORRESPONDANCE.

M. S.-W. Burnham adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique 844

M. R. Gautier. — Ephéméride pour la recherche de la première comète périodique de Tempel (1867 II) en 1905 844

M. L. Lecornu. — Sur la loi de Coulomb .. 847

M. Ch. Fabry. — Sur un nouveau dispositif pour l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle 848

M. Guinchant. — Électromètre à sextants et à aiguille neutre 851

MM. C. Matignon et Desplantes. — Oxydation des métaux à froid en présence de l'ammoniaque 853

M. Lespieau. — Études cryoscopiques faites dans l'acide cyanhydrique 855

M. Paul Nicolardot. — Éthylate ferrique .. 857

MM. Hugounenq et Morel. — Sur les urées substituées de la leucine (*l*) naturelle 859

M. Maurice François. — Sur quelques iodomercurates de pyridine 861

MM. A. Guntz et Henry Basset. — Sur la chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium 863

M. Albert Colson. — Applications diverses du principe de Watt à la dissociation des carbonates de plomb et d'argent 865

M. Ph. Landrieu. — Chaleur de formation des oximes 867

MM. Em. Bourquelot et H. Herissey. — Sur l'origine et la composition de l'essence de racine de Benoite : glucoside et enzyme nouveaux 870

M. G. Friedel. — Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire 873

M. Ch. Gravier. — Sur un Polynoïdien (*Lepidasthenia Digueti*, nov. sp.) commensal d'un Balanoglosse du golfe de Californie 875

M. Émile Yung. — De la cause des varia-

N° 13.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

tions de la longueur de l'intestin chez les larves de *Rana esculenta*................ 878
Mlle M. Stefanowska. — Sur la croissance en poids du cobaye...................... 879
M. J. Tribot. — Sur les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire, en fonction de l'âge, chez le cobaye....... 881
M. A. Desgrez et Mlle Bl. Guende. — Contribution à l'étude de la dyscrasie acide... 882
M. J. Baudran. — Action du permanganate de calcium sur les toxines tétanique, diphtéritique et la tuberculine................ 884
M. P. Berger. — Sur un cas d'ostéomalacie ayant déterminé des déformations extrêmes du squelette et terminé par une rétrocession spontanée des lésions............... 886
M. J. Bergonié. — Sur l'action nettement favorable des rayons X dans les adénopathies tuberculeuses non suppurées...... 889
M. H. Douvillé. — Les découvertes paléontologiques de M. *de Morgan* en Perse.... 891
M. C. Cavallier. — Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle......... 893
M. R. Nicklès. — Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle............ 896
M. Francis Laur. — Découverte de la houille exploitable en Lorraine française.. 898
M. A. Leduc. — Sur la marche de la solidification de la Terre.................... 899
MM. W. de Fonvielle et Paul Bordé. — L'influence des éclipses sur le mouvement de l'atmosphère........................ 901
M. A. Chevallier. — Relation entre la densité et la salinité des eaux de mer 902
M. B. Kuriloff adresse une Note « Sur le peroxyde de zinc » 904

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gerant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 14 (3 Avril 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 AVRIL 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur l'emploi du tube chaud et froid dans l'étude des réactions chimiques;* par M. **Berthelot**.

I.

1. On connaît les ingénieuses expériences de H. Sainte-Claire Deville et des savants de son école, à l'aide desquelles ils croyaient pouvoir démontrer l'existence de réactions réalisables à hautes températures, mais dont il ne subsiste aucune trace dans les conditions ordinaires d'un refroidissement lent, par suite de recombinaisons ou décompositions accomplies à des températures intermédiaires. Ces expériences consistent, pour la plupart, dans l'emploi d'un tube métallique, maintenu à basse température par une circulation d'eau intérieure; tandis qu'il est placé au centre d'un tube plus gros de terre ou de porcelaine, chauffé lui-même au sein d'un foyer de hautes températures. Dans l'espace annulaire qui sépare les tubes, circulent des gaz, dont, en raison du ramollissement de la porcelaine, les températures ne doivent guère dépasser 1300° à 1400°.

Cependant, à la surface du tube froid intérieur on dépose divers réactifs, tels que la teinture de tournesol, l'iodure de potassium, de l'argent métallique, etc., destinés à caractériser les corps recherchés. Dans d'autres essais, on peut aspirer, par la paroi d'un tube poreux, une partie des gaz subitement refroidis, pour en faire l'analyse.

2. Les constatations matérielles faites par ces habiles observateurs ne sauraient évidemment comporter aucun doute. Mais il en est autrement des conclusions théoriques, relatives à l'existence réelle aux températures

élevées de certains corps, ou des réactions chimiques dont on recueille les produits à la température ordinaire.

3. En effet, la préexistence à une haute température de ces produits et de ces réactions, constatés à froid, a été admise sans discussion comme établie par les essais précédents; tandis qu'elle repose seulement sur quelques hypothèses, qu'il paraît utile de signaler d'une manière explicite; d'autant plus qu'il ne s'agit pas de systèmes homogènes, maintenus dans toutes leurs parties à une température constante, comme on le fait le plus souvent en Thermodynamique, mais d'un ensemble hétérogène, offrant dans ses différentes régions toutes les températures comprises entre deux limites.

Or, cette préexistence aurait pu et dû être démontrée, soit par des épreuves d'ordre physique, telles que mesures de densité, de réfraction, analyse spectrale, etc.; soit par la persistance des composés, à la suite d'un refroidissement progressif et un peu plus lent : comme on le fait par exemple pour l'acétylène et les carbures d'hydrogène dont la reconnaissance ne nécessite pas l'emploi du tube chaud et froid.

Pour admettre une semblable préexistence à haute température, il faudrait supposer d'abord que ces produits ne peuvent pas être constatés dans les conditions d'un refroidissement plus lent : soit parce qu'au cours de ce refroidissement lent ils régénèrent en sens inverse les substances préexistantes avant l'échauffement (dissociation); soit parce qu'au contraire ils sont alors peu à peu décomposés ou transformés d'une façon complète.

Cette régénération, cette décomposition, cette transformation exigeant, comme toute action chimique, une certaine durée, aux températures auxquelles elles s'effectuent, on espère les prévenir, en tout ou partie, par un refroidissement brusque, c'est-à-dire dont la vitesse est supérieure à celle des transformations finales : c'est là l'hypothèse fondamentale de ce genre d'expériences.

4. La théorie même des phénomènes accomplis dans ces conditions peut être conçue de différentes manières, selon les analogies auxquelles on s'en refère; conceptions qui ne comportent pas d'une manière nécessaire et dans tous les cas la préexistence à haute température des corps observés au contact du tube froid. Ainsi on peut concevoir qu'ils résultent d'un emmagasinement d'énergie, accompli pendant le passage par les températures intermédiaires, et correspondant à la différence des énergies calorifiques aux deux températures extrêmes : ce qui arrive pour un liquide surfondu, comparé au solide résultant de son changement d'état, ou bien

encore pour un corps solide, réputé retenir une partie de sa chaleur de fusion (hydrate de chloral).

On peut envisager aussi l'existence de deux états distincts, dimorphes ou isomériques, d'un même corps à une même température; dont l'un correspond à un emmagasinement d'énergie. Tel est, par exemple, le carbone réduit en vapeur vers 3000° par l'arc électrique, dans la synthèse de l'acétylène, comparé au carbone ordinaire solide et polymérisé, qu'il est susceptible de reproduire à de plus basses températures, lequel diffère du carbone gazeux par la perte d'une très forte somme d'énergies.

Mais l'étude des faits nous oblige à admettre dans un grand nombre de conditions la transformation de l'énergie calorifique en énergie électrique : par ionisation, par effluve, par courant thermoélectrique; transformation qui résulte, dans les réactions présentes, de la coexistence des régions froides et des régions chaudes, au sein d'un même système, et de la chute progressive et continue de température des unes aux autres. Cette transformation se produirait spécialement au contact de la paroi froide, c'est-à-dire dans la partie du système qui est maintenue à la température la plus basse.

J'ai déjà exposé ces idées dans un Mémoire publié en 1901 (1).

5. L'emploi des tubes de silice fondue, comme récipients des gaz, m'a paru offrir des ressources inattendues, pour étudier les problèmes soulevés par les réactions spéciales du tube chaud et froid. En effet, ces vases peuvent être refroidis d'une façon instantanée, depuis 1400° jusqu'à la température ordinaire, en projetant subitement le tube rouge, tout entouré d'une enveloppe de platine, au sein d'un bassin rempli d'eau froide. Il n'y a ni rupture du tube, ni pénétration d'eau. L'expérience est facile et je n'y ai jamais observé ces accidents, inévitables avec les tubes de verre, de porcelaine, ou de terre. Toute la masse, gaz et tube, passe ainsi d'une température à l'autre, aussi subitement que dans le tube chaud et froid, et même avec cette différence que le passage avec le tube métallique s'opère surtout sur la couche gazeuse en contact avec lui et non sur la masse entière; en outre la paroi du tube siliceux ne se prête pas aussi facilement qu'une paroi métallique aux chutes de potentiel électrique.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 445 et suiv., spécialement p. 455.

II.

Voici les expériences que j'ai faites dans ces conditions nouvelles : elles sont relatives :

A la formation de l'ozone aux dépens de l'oxygène à haute température;

A la formation de l'acide azotique aux dépens de l'oxygène et de l'azote, avec le concours de la vapeur d'eau, à haute température;

A la réunion de l'hydrogène et du carbone, sous les différents états du dernier élément : diamant, graphite, carbone amorphe (strictement privé d'hydrogène), et à la décomposition inverse des carbures d'hydrogène, tels que : acétylène, formène, naphtaline;

A l'union de l'azote et du carbone, sous ses différents états : diamant, graphite, carbone amorphe;

A la décomposition inverse de l'azoture de carbone (cyanogène);

Aux relations entre le carbone et l'oxygène, constatées :

Par la réaction du diamant sur l'oxygène,

Par l'action de la chaleur sur l'oxyde de carbone,

Et par l'action de la chaleur sur l'acide carbonique.

J'ai opéré dans les conditions précisées par ma dernière Note, toujours entre 1325° et 1425°. Le chauffage n'était pas prolongé au delà d'une heure à la plus haute température, afin d'éviter autant que possible les effets dus à la perméabilité de la silice. Dans la plupart des cas, j'ai eu recours au refroidissement instantané, en en comparant parfois les effets à ceux d'un refroidissement lent.

Les opérations portant sur des poids restreints de matière, je me suis attaché à constater les résultats par l'analyse eudiométrique, avec mesures à $\frac{1}{200}$ de centimètre cube [1]; et par l'emploi de réactifs spécifiques, sensibles à $\frac{1}{500}$ de milligramme de matière, lorsqu'on a soin de les employer à une dose qui ne surpasse pas $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de liquide. On y parvient, en plaçant une petite quantité du réactif sensible dans un vase de verre à fond conique, en y introduisant la fine pointe capillaire du tube scellé et en la rompant avec beaucoup de précautions : de façon à y faire pénétrer lentement 2 à 3 gouttes au plus du réactif, en vertu de la pression réduite des gaz intérieurs. On enlève alors le tube et l'on examine la réaction qui s'y est produite.

On emploie par exemple comme réactif, sans dépasser ces proportions relatives :

Pour les acides, la teinture de tournesol sensible, telle que 50^{cm^3} équivalent à un milligramme d'acide sulfurique; $0^{cm^3},1$ équivalant ainsi à $\frac{1}{500}$ de milligramme.

Pour l'ozone, une solution étendue d'iodure de potassium additionnée d'eau ami-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 279.

donnée filtrée; solution qu'il est facile de rendre sensible au même degré que la précédente.

Pour l'acide azotique, on délaie du sulfate ferreux pur pulvérisé, dans de l'acide sulfurique concentré, de façon à former une pâte blanche, suffisamment fluide. La sensibilité de 2 gouttes est à peu près la même que ci-dessus.

La présence d'une trace d'acide carbonique est accusée par une gouttelette claire d'eau de chaux.

Pour les carbures d'hydrogène, on recherche d'une part l'acétylène avec une seule goutte ($\frac{1}{20}$ de centimètre cube) de chlorure cuivreux ammoniacal; d'autre part, après élimination de la vapeur ammoniacale dans le gaz transvasé, à l'aide d'une goutte d'acide étendu, on procède à son analyse eudiométrique par combustion.

1. *Oxygène pur.* — Capacité du tube $4^{cm^3},0$; pression initiale $0^m,36$; température : 1 heure pour porter le tube à 1300°, plus 1 heure $\frac{1}{2}$ à 1300°. Refroidissement instantané.

Absence absolue d'ozone, à $\frac{1}{500}$ de milligramme près. Le tube renfermait environ 3 milligrammes d'oxygène.

Il résulte de cette expérience que l'ozone ne s'est pas formé sous l'influence d'une haute température. Sa manifestation au moyen du tube chaud ou froid résulte probablement d'une action électrique, exercée au voisinage de la paroi froide (ionisation, effluve, etc.). Je rappellerai qu'à la température ordinaire on peut former l'ozone par la seule différence de potentiel d'une pile de 5 à 6 volts, agissant à circuit ouvert (1); *a fortiori,* avec courant alternatif et effluve, etc.

2. *Azote et oxygène,* à volumes égaux. — (*a*). Gaz saturés d'humidité. Capacité du tube $3^{cm^3},6$. Pression initiale $0^m,38$. Température 1300°-1325°, 1 heure. Refroidissement instantané.

Aucune trace d'acide azotique ou azoteux, d'après le réactif ferreux.

(*b*). Autre expérience semblable. Aucune trace d'acide, d'après le tournesol.

(*c*). Autre expérience semblable. Refroidissement lent. On vérifie que le rapport des deux gaz est resté le même.

Il résulte de ces expériences que l'acide azotique ne prend pas naissance à haute température. Je rappellerai qu'il se forme aisément à froid, sous l'influence de l'effluve, ou de l'ionisation des gaz (phosphore).

3. *Carbone et hydrogène.* — *Diamant* en très petits cristaux brillants. Poids : $0^g,0412$, Capacité du tube : $4^{cm^3},2$. Pression initiale : $0^m,40$. 1300-1325, 1 heure. — Refroidissement instantané.

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 371.

Ni acétylène, ni trace de carbure d'hydrogène.

Les 27 centièmes de l'hydrogène initial avaient transpiré au dehors.

4. *Carbone et hydrogène.* — *Graphite* purifié par l'acide chlorhydrique bouillant, puis par le chlore gazeux, l'azote et l'hydrogène successivement employés au rouge. $0^g,0341$. Capacité du tube : $2^{cm^3},9$. Pression initiale : $0^m,38$. 1300-1325. 1 heure. — Refroidissement instantané.

Aucune trace de carbure d'hydrogène. 40,7 centièmes de l'hydrogène ont transpiré.

5. *Carbone et hydrogène.* — *Charbon amorphe,* purifié comme ci-dessus avec un soin extrême. Poids : $0^g,018$. Capacité du tube : $4^{cm^3},2$. Pression initiale : $0^m,36$. 1300-1325. 1 heure. — Refroidissement instantané.

Ni acétylène, ni trace de carbure d'hydrogène. Hydrogène transpiré : 27 centièmes.

Il résulte de ces expériences que le carbone, sous les trois formes de diamant, de graphite, de carbone amorphe bien purifié, ne s'unit pas à l'hydrogène à 1325°, sous la seule influence de la chaleur.

J'ai fait depuis 50 ans de nombreux essais, dans des conditions très diverses, pour combiner le carbone amorphe avec l'hydrogène, par la seule influence de l'échauffement au rouge vif. Or, *je n'ai jamais pu constater rigoureusement cette combinaison, toutes les fois que le carbone a été absolument privé d'hydrogène, d'alcalis et de fer.*

Observons que cette purification exige une *action très prolongée* du chlore, exécutée sur de *petites quantités* de matière, quelques grammes au plus; la purification complète de quantités un peu notables de carbone d'origine organique étant toujours incertaine.

Au contraire, l'union de l'hydrogène avec le carbone, quel qu'en soit l'état à froid, a lieu immédiatement sous l'influence de l'arc électrique vers 3000°; circonstance où l'action propre de l'électricité concourt avec l'état gazeux du carbone, état qui communique à cet élément une énergie très supérieure à celle du carbone solide et suffisante pour rendre la combinaison exothermique. J'ai insisté ailleurs sur ces conditions.

Rappelons, en outre, que, sur le trajet de l'étincelle électrique, il y a équilibre entre l'acétylène et ses éléments; ce qui n'a pas lieu avec la chaleur seule.

6. Voici maintenant les expériences relatives à la *décomposition inverse des carbures d'hydrogène* par la chaleur seule, dans des tubes de silice fondue.

7. *Acétylène.* — Pression initiale : $0^m,39$. Capacité du tube : $4^{cm^3},2$.

1300-1325, 1 heure. Il ne subsiste pas trace d'acétylène. Le tube est rempli par un charbon noir et brillant.

Volume du gaz final : $1^{cm^3},52$. Composition :

H...........	1,15
CH^4..........	0,06
CO	0,12
Az...........	0,19

Près de la moitié de l'hydrogène a transpiré. Il a pénétré de l'azote et de l'oxygène, lequel a formé de l'oxyde de carbone.

8. *Formène pur.* — Pression initiale : $0^m,37$. Capacité du tube : $4^{cm^3},5$. 1300-1325, 1 heure. Volume réduit du gaz initial : $2^{cm^3},25$. Volume observé du gaz final : $2^{cm^3},97$. Charbon déposé en enduit pulvérulent et adhérant au vase ; un peu brillant.

Composition du gaz final :

H...........	2,72
CH^4..........	0,05
Az...........	0,20

Il n'y a pas d'acétylène. On aurait dû trouver $H = 4^{cm^3},4$. Près de la moitié a donc transpiré.

9. *Naphtaline.* — $0^g,021$. Espace vide. 1300-1325. 1 heure. Carbone précipité. L'expérience a été décrite ([1]). Presque tout l'hydrogène avait transpiré, par une action progressive, et l'azote avait pénétré. Il n'y avait plus de carbure gazeux appréciable.

Une trace de formène subsistait dans les expériences (7) et (8) ; sans doute à cause du temps nécessaire pour sa décomposition complète, non terminée au bout de 2 heures de chauffe, dont 1 heure à 1325°. Mais la perméabilité du vase par les gaz atmosphériques ne permet pas de prolonger l'expérience ([2]).

10, 11, 12, *Carbone et azote.* — Les expériences ont été faites avec l'azote pur et le carbone sous ses trois états de *diamant, graphite, carbone amorphe bien purifié d'hydrogène.* Il ne s'est formé aucune trace de cyanogène. La dernière expérience a porté sur un tube jaugeant 29^{cm^3}, rempli à froid sous une pression d'un quart d'atmosphère.

Je rappellerai que sous l'influence de l'arc électrique on obtient aisément

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 823.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 824.

de l'acide cyanhydrique, avec l'azote et le carbone *contenant de l'hydrogène*, ou simplement de l'eau. Mais avec des éléments absolument exempts d'hydrogène libre ou combiné, je n'ai pas observé de cyanogène.

D'autre part, l'étincelle électrique décompose entièrement en éléments ce même cyanogène, contrairement à ce qui arrive avec l'acétylène.

13. *Décomposition inverse de l'azoture de carbone.* — On a rempli le tube de cyanogène. Capacité du tube voisine de 30$^{cm^3}$. Pression initiale: 0^m,38. 1425°, 1 heure. Le tube ramolli s'est un peu gonflé. Il est rempli de carbone brillant, lequel ne contient pas trace de graphite véritable, d'après vérification ultérieure.

Voici l'analyse des gaz recueillis :

	cm³
Volume total	14,4
Cyanogène inaltéré	0,3
Azote	14,1

Il y avait donc décomposition du cyanogène; sauf une trace, qui aurait exigé un temps plus long pour disparaître.

14. *Cyanogène décomposé par une action plus rapide.* — Ce corps a été dirigé lentement à travers un tube de porcelaine, porté à 1400°. A ce moment on a recueilli les gaz dégagés. Ils entraînaient en dose notable une poussière grise de paracyanogène; ce qui montre que la condensation moléculaire du cyanogène était assez active dans ces conditions.

Gaz recueilli pendant 10 minutes : 200$^{cm^3}$.

Sur 100 volumes :

Cyanogène	37
Azote	63

On a laissé la température tomber de 1400° à 1000°, pendant 10 minutes. On a recueilli : 100$^{cm^3}$ de gaz :

Cyanogène	93
Azote	7

Pendant les 15 minutes suivantes, la température baisse de 1000° à 500°. On a recueilli 80$^{cm^3}$ de cyanogène sensiblement pur.

Il résulte de ces données que le cyanogène résiste pendant un temps relativement long à une température inférieure à 1000°. A 1400° même, sa décomposition est encore assez lente.

En définitive, le cyanogène résiste mieux que l'acétylène à une influence

prolongée de la chaleur, avec polymérisation également; mais celle-ci donne lieu à des produits moins nombreux et moins abondants que la benzine et les autres polymères pyrogénés de l'acétylène. Avec l'étincelle électrique, la stabilité de l'acétylène est au contraire supérieure à celle du cyanogène.

15. *Diamant et oxygène.* — Poids : $0^g,0328$. Pression initiale : $0^m,20$. Capacité du tube : $4^{cm^3},5$. Température : 1300°-1325°, 1 heure.

Gaz final = $2^{cm^3},20$; soit :

CO	2,02
CO^2	0,10
Az	0,08

Ces doses répondent à $1^{cm^3},11$ O initial mis en œuvre.

On voit qu'une partie minime du diamant a été brûlée. Cependant il s'est produit une dose sensible d'acide carbonique. Le diamant est recouvert par du carbone amorphe. Cette production accompagne sa combustion incomplète, d'après les observations de Lavoisier et les miennes (¹).

16. *Oxyde de carbone.* — 1300°-1325°, 1 heure. Deux expériences, dont l'une avec refroidissement lent, l'autre avec refroidissement instantané. Dans les deux cas, l'oxyde de carbone subsistait presque inaltéré; sauf une trace constatée d'acide carbonique, et sans doute de carbone, ce dernier trop peu abondant pour être apprécié. Résultats semblables à ceux que fournit l'oxyde de carbone dirigé en courant lent à travers un tube de porcelaine rouge. J'ai montré ailleurs (²) que la dose de cet acide carbonique ne varie guère entre 500° et 1300°, et que le carbone correspondant ne résulte pas d'une simple dissociation, comme on l'avait cru d'abord, mais de la formation intermédiaire d'un sous-oxyde de carbone, plus condensé et volatil, que la température rouge détruit.

17. *Acide carbonique.* — 1300-1325, 1 heure. 2 expériences, dont l'une avec refroidissement lent, l'autre avec refroidissement instantané.

L'acide carbonique demeure sans aucune altération et spécialement sans production même de trace d'oxyde de carbone. Il en résulte qu'à cette température, l'acide carbonique n'est pas encore dissocié.

L'ensemble de ces expériences caractérise nettement les effets réels du

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXIX, p. 441.
(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XXIV, p. 126-132.

refroidissement instantané d'une masse gazeuse, saisie à une température constante et portée subitement, dans son ensemble, à une température plus basse, également constante. Cette étude ne donne pas les mêmes résultats que ceux qui ont été observés au moyen du tube chaud et froid, et elle tend à en infirmer les interprétations, relatives à la formation de certains corps gazeux aux hautes températures et sous leur seule influence.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Giacobini* (1905 mars 26) *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**.

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps sidéral de Paris.	Comète — Étoile. Ascens. droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Mars 28.....	*a*	9.20.30,7	+ 0.29,25	— 1.51,4	4 : 4
28.....	*a*	9.45.37,9	+ 0.32,91	— 0.36,1	4 : 4
31.....	*b*	9.19.58,6	— 0. 5,93	+ 5.47,7	4 : 4
31.....	*c*	9.35.20,1	— 0.27,33	+ 1.44,0	4 : 4
31.....	*b*	9.46. 7,9	— 0. 2,38	+ 7.36,6	4 : 4
31.....	*c*	9.56.45,4	— 0.24,10	+ 2.50,1	4 : 4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1905.	Étoiles.	Gr.	Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 28..	*a* 1039 BD + 13°	9,5	5.50.54,12	+0,06	+13.28.52,5	—11,4	Rapp. à *d* et *e*.
31..	*b* 1009 BD + 16°	9,5	6. 2.31,64	+0,12	+16.59.43,5	—10,3	Rapp. à *f*.
31..	*c* Anonyme	9,5	6. 2.54,85	+0,12	+17. 5. 1,3	—10,3	Rapp. à *f*.
	d 996 BD + 13°	8,6	5.45. 7,79	»	+13.21.19,3	»	A.G. Leipzig I, 1827.
	e 1007 BD + 13°	8,8	5.46.50,80	»	+13.21.59,6	»	A.G. Leipzig I, 1848.
	f 1016 BD + 16°	9,2	6. 4. 1,72	»	+16.59.20,0	»	A.G. Berlin A, 1941.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 28.....	8.58. 8	5.51.23,43	$\bar{1}$,500	+13.26.49,7	0,750
28.....	9.23.11	5.51.27,09	$\bar{1}$,533	+13.28. 5,0	0,759
31.....	8.45.48	6. 2.25,83	$\bar{1}$,490	+17. 5.20,9	0,718
31.....	9. 1. 7	6. 2.27.64	$\bar{1}$,513	+17. 6.35,0	0,725
31.....	9.11.53	6. 2.29,38	$\bar{1}$,528	+17. 7. 9,8	0,730
31.....	9.22.29	6. 2.30,87	$\bar{1}$,541	+17. 7.41,1	0,735

REMARQUES : 1905. *Mars* 28. — La comète est une nébulosité de grandeur 12,5-13, arrondie et de 2′,5 environ de diamètre; elle est très notablement plus brillante vers le centre, où se trouve une condensation granuleuse de 5″ à 6″ de diamètre et qui ressort assez bien sur la nébulosité.

Mars 31. — La comète paraît un peu plus brillante que le 28 mars. C'est une nébulosité arrondie et de 1′,5 environ de diamètre, présentant vers le centre une condensation un peu diffuse, un peu large, assez granuleuse, et qui ressort assez bien sur la nébulosité.

Les positions relatives des étoiles *a*, *b*, *c* respectivement par rapport à *d*, *e*, *f* ont été déterminées avec l'équatorial; on a obtenu :

	ΔR.	ΔD.	Comparaisons.
⋆*a* — ⋆*d*.........	+ 5ᵐ.46ˢ,28	+ 7′.33″,8	3.2
⋆*a* — ⋆*e*..........	+ 4. 3,37	+ 6.52,3	6.4
⋆*b* — ⋆*f*..........	— 1.30,08	+ 0.23,5	6.4
⋆*c* — ⋆*f*..........	— 1. 6,87	+ 5.41,3	6.4

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la dépendance entre les intégrales de différentielles totales de première et de seconde espèce d'une surface algébrique.* Note de M. ÉMILE PICARD.

On sait que M. Castelnuovo a démontré récemment (*Comptes rendus*, 23 janvier 1905) que le nombre des intégrales simples de *première* espèce d'une surface algébrique est égal à $p_g - p_n$, et celui des intégrales simples de *seconde* espèce à $2(p_g - p_n)$. Dans le numéro actuel des *Comptes rendus* (voir plus loin) M. Severi donne une nouvelle démonstration de ce même théorème; ces deux démonstrations reposent sur les propriétés des systèmes linéaires de courbes tracés sur les surfaces algébriques. Je voudrais, à l'occasion de la très intéressante Note de M. Severi, indiquer en quelques lignes le principe d'une autre démonstration que je possède, depuis quelque temps déjà, du même théorème, et où je reste dans l'ordre d'idées que j'ai constamment utilisé dans mes recherches sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables.

Je remarque d'abord (d'après un théorème que nous avons établi indépendamment l'un de l'autre, M. Severi et moi, et sur lequel s'appuie d'ailleurs M. Castelnuovo) que la question revient à démontrer que le nombre des intégrales simples de *première* espèce est la moitié du nombre des intégrales simples de *seconde* espèce. Cette observation faite, je procède de la manière suivante :

Soient

$$I_h = \int \frac{Q_h(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (h = 1, 2, \ldots, p),$$

p intégrales distinctes de première espèce de la courbe entre x et z

$$f(x, y, z) = 0,$$

en représentant par $f = 0$ l'équation de la surface; désignons par

$$\omega_h^1, \quad \omega_h^2, \quad \ldots, \quad \omega^{2p}$$

les $2p$ périodes de I_h, qui sont des fonctions de y, et posons

$$\omega_h^k = u_h^k + i v_h^k \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2p),$$

où u_h^k et v_h^k sont des fonctions réelles des deux variables réelles y' et y'', si l'on a $y = y' + iy''$.

J'envisage les $2p$ équations du premier degré en $a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_p, b_p$,

$$(1) \qquad a_1 u_1^k - b_1 v_1^k + \ldots + a_p u_p^k - b_p v_p^k = C_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2p),$$

en désignant par $C_1, \ldots, C_{2p}$ des constantes *réelles* satisfaisant à l'ensemble des équations du type

$$C_k = m_1^k C_1 + m_2^k C_2 + \ldots + m_{2p}^k C_{2p} \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2p),$$

où les m sont des entiers réels relatifs à une substitution quelconque du groupe de l'équation différentielle linéaire E, que j'ai tant de fois considérée. On sait que le nombre des C restant arbitraires est égal au nombre r des intégrales distinctes de seconde espèce.

Je montre que les équations (1) déterminent pour les a et b des fonctions uniformes de y' et y''; de plus, toutes les combinaisons

$$a_h + ib_h$$

sont des fonctions analytiques de y, et enfin l'expression

$$(a_1 + ib_1)\frac{Q_1}{f'_z} + \ldots + (a_p + ib_p)\frac{Q_p}{f'_z}$$

est le coefficient de dx dans une intégrale de différentielle totale de première espèce de la surface.

Il résulte de cette analyse que les intégrales de première espèce de la surface dépendent de r constantes arbitraires *réelles*, tandis que les inté-

grales de seconde espèce dépendent de r constantes arbitraires *complexes*. On en déduit aisément que *le nombre des intégrales de seconde espèce est double du nombre des intégrales de première espèce;* c'est la proposition qu'il s'agissait d'établir, et qui se trouve ainsi démontrée, en restant à un point de vue purement fonctionnel et très simple.

SPECTROSCOPIE. — *Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression, et nouveaux spectres de bandes du carbone.* Note de MM. **H. Deslandres** et **d'Azambuja.**

Dans une Note récente [1], l'un de nous a exposé les variations curieuses que subissent, aux pressions croissantes du gaz, les spectres de bandes et en particulier les spectres du pôle négatif ou de la lumière cathodique. Ces derniers spectres qui sont attribués à l'action des rayons cathodiques sur les molécules gazeuses, sont émis par le gaz entier aux pressions très basses et ont alors une structure très simple, qui a fait l'objet d'une Note spéciale en 1902 [2]. Mais, aux pressions croissantes, lorsque la partie du gaz qui émet le spectre avec intensité se réduit de plus en plus et est confinée à une petite région de la cathode, le spectre offre des complications de structure qui sont fort intéressantes; car elles impliquent une modification intime de la molécule elle-même ou tout au moins des conditions dans lesquelles elle est excitée. De nouvelles séries de raies qui, à un vide avancé, étaient à peine visibles, croissent rapidement en intensité avec la pression et arrivent même à surpasser les autres séries à la pression atmosphérique.

Jusqu'à présent, les seuls spectres de bandes sur lesquels on ait constaté ces variations en détail et d'une manière complète sont le groupe négatif de l'air ou de l'azote, et le groupe du carbone attribué au cyanogène. Or, nous nous sommes proposé d'étudier avec soin au même point de vue le groupe négatif du carbone, qui a une structure simple et se prête à cette recherche.

Le groupe négatif du carbone est un spectre de bandes, signalé pour la première fois en 1902, qui apparaît à la cathode dans les composés oxy-

(1) Deslandres, *Groupe de bandes négatif de l'air avec une forte dispersion. Variations du spectre avec la pression* (*Comptes rendus*, 1904, t. CXXXIX, p. 1174).

(2) Deslandres, *Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés* (*Comptes rendus*, 1902, t. CXXXVII, p. 457).

génés et hydrogénés du carbone; il est surtout intense avec les composés oxygénés, oxyde de carbone et acide carbonique, qui ont été les seuls composés du carbone employés dans ces recherches (voir le dessin général du spectre et le dessin d'une bande résolue en raies fixes dans la Note des *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 459).

Le groupe comprend seize bandes, ultra-violettes (de λ280 à λ200), tournées vers le rouge, qui sont simples en ce sens que chacune, au moins aux basses pressions, est formée par une seule série de raies en progression arithmétique. Quelques autres raies supplémentaires apparaissent aussi, mais elles sont à peine visibles.

Ces bandes négatives du carbone sont à rapprocher des bandes négatives de l'azote, déjà étudiées, qui sont formées aussi aux basses pressions par une série unique; il y a même un point commun de plus, c'est l'existence dans les bandes des deux gaz d'un espace obscur près de l'arête, espace obscur qui est dû à ce que plusieurs raies consécutives de la série unique manquent ou sont faibles.

L'étude des variations se fait simplement en juxtaposant sur la même plaque le spectre d'un tube de Geissler à une pression voisine de $0^{mm},2$, et le spectre du point brillant de la cathode, dans un autre tube à électrodes plus rapprochées, où les pressions croissent jusqu'à la pression atmosphérique. Le tube de Geissler donne le groupe négatif et aussi les groupes de bandes du pôle positif appelés les *deuxième, troisième* et *quatrième groupes* [1]. Lorsque la pression augmente, toutes les bandes gagnent en étendue, les différences d'intensité entre les raies, de la tête à la queue, étant beaucoup moindres; de plus, le groupe négatif perd son espace obscur, qui est envahi, de même que la tête, par les raies d'une série nouvelle qui s'enchevêtrent avec les premières raies.

Bref, les variations sont presque exactement les mêmes qu'avec le groupe négatif de l'air, déjà étudié; elles sont seulement plus difficiles à discerner, à cause de l'intensité moindre de la lumière et de la dispersion plus faible du spectroscope.

Les bandes positives, d'autre part, éprouvent des modifications analogues, quoique moins tranchées; mais ces bandes, qui ont une structure plus complexe, exigent des appareils plus puissants, et les résultats obtenus avec elles seront présentés ultérieurement.

---

[1] Voir Deslandres, *Spectre de bandes ultraviolet des composés hydrogénés et oxygénés du carbone* (*Comptes rendus*, t. CVI, 1888, p. 842).

Dans l'état actuel des recherches, cette modification spéciale des spectres de bandes avec la pression apparaît avec une grande probabilité comme un fait général.

Spectres de bandes nouveaux. — Au cours de ces études avec les gaz oxyde de carbone et acide carbonique, nous avons rencontré deux spectres de bandes nouveaux.

Le groupe négatif de l'air, spécial au point de la cathode, dans l'étincelle ordinaire à la pression atmosphérique, est émis, comme on sait, par l'étincelle entière, lorsque l'on ajoute une capacité et une inductance suffisantes.

Le groupe négatif du carbone n'a pas la même propriété; il ne se montre pas dans l'étincelle entière avec une capacité et une inductance; les deuxième, troisième et quatrième groupes positifs disparaissent également; par contre, le premier groupe positif, qui est le spectre de Swan ou des hydrocarbures, est émis fortement; en même temps, apparaissent de nouvelles bandes entre λ410 et λ330, dégradées vers le violet, qui sont résumées dans le Tableau suivant :

Intensités (de 1 à 10, 10 étant la plus forte).	Longueur d'onde.	Nombre de vibrations.	Remarques.
?	4680,62?	21364,7	Noyées dans les bandes intenses du premier groupe.
?	4372,57?	22869,8	
5	4102,47	24375,6	
8	3852,26	25958,8	
6	3607,44	27720,5	
4	3593,43	27828,6	
6	3587,83	27872,0	
1	3399,87	29412,9	
4	3398,20	29427,3	

Les bandes λ410 et λ385, qui sont isolées et fortes, sont aisément résolues en raies fines; leur division en séries arithmétiques sera étudiée ultérieurement.

Ces bandes nouvelles, données aussi par l'acide carbonique, ont été obtenues avec des électrodes de cuivre, d'argent et d'aluminium, et donc semblent devoir être rapportées au gaz carboné lui-même et au mode particulier d'excitation avec inductance et capacité. Elles apparaissent avec

l'inductance seule, et sont alors noyées dans un fond continu; dès que l'on ajoute une capacité, elles augmentent aux dépens du fond qui tend à disparaître.

L'acide carbonique a donné aussi un spectre nouveau, spécial au point brillant de la cathode, avec la pression atmosphérique et l'étincelle ordinaire. Outre les deuxième, troisième, quatrième groupes positifs et le groupe négatif du carbone, on a, entre λ 400 et λ 320, des bandes nouvelles, dégradées vers le rouge, et obtenues avec des électrodes de cuivre, d'aluminium et d'argent.

Leur intensité varie avec la pression et semble passer par un maximum pour $0^m,30$ de mercure; avec une pression plus forte, elles s'estompent dans un fond continu; et, d'autre part, sont invisibles aux pressions plus basses, vers 5^{mm}; elles sont complexes, avec un grand nombre de têtes assez peu nettes dont les principales sont relevées dans le Tableau ci-dessous.

Intensité.	Longueur d'onde.	Nombre de vibrations.
8	385,29	259,55
8	384,95	259,78
8	367,49	272,12
8	367,10	272,40
8	366,30	273,00
9	351,15	284,78
7	350,68	285,16
8	350,36	285,42
7	337,79	296,04
6	337,54	296,26
6	337,28	296,49
8	337,05	296,69
4	325,46	307,25
2	325,10	307,60
2	324,94	307,75

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines trouvées attachées au* Pecopteris Pluckeneti *Schlot*. Note de M. GRAND'EURY.

En recherchant les plantes dont proviennent les graines fossiles, j'ai découvert des frondes déterminables de *Pecop. Pluckeneti* Schl. auxquelles

sont fixées, non une ou quelques-unes, mais des centaines de petites graines bien conformées, ce qui prouve par le fait que des fougères du terrain houiller autres que les Névroptéridées sont à élever au rang de Gymnospermes et à placer auprès des Cycadées.

Le *Pecop. Pluckeneti* est répandu dans toute la série, épaisse de 1000^m, des couches de Saint-Étienne, et avec ses feuilles se trouvent fréquemment mêlés des *Carpolithes granulatus* Gr. (¹) ou graines très petites que souvent l'on ne discerne bien que sous la loupe. L'association des unes avec les autres est parfois très intime et, bien qu'il s'agisse d'une fougère fossile ordinaire, je n'ai pas été très surpris de la trouver portant de pareilles graines; plus de vingt échantillons en font foi, ces échantillons se complètent les uns les autres et sont assez bien conservés pour que l'on puisse se rendre compte du mode d'attache des graines, de leurs rapports avec les feuilles, de leur forme, etc. A l'appui de cette Note, j'en adresse plusieurs au Muséum (laboratoire de Paléontologie végétale), et je donne ci-après la photographie de deux fragments de frondes fertiles.

Les frondes fructifères sont peu modifiées : sur des feuilles ordinaires de *Pecop. Pluckeneti* se montrent quelques rares graines isolées; d'autres feuilles de cette espèce sont en partie stériles en partie fertiles; plus rarement les mêmes feuilles sont tout entières fertiles; sur les plus fertiles j'ai compté jusqu'à 100 graines par décimètre carré; dans ce cas les frondes sont plus étroites, le limbe réduit, mais les rachis, les nervures et les extrémités des pennes sont ceux de ladite espèce.

Les graines, étant beaucoup plus charbonneuses que le limbe foliaire, se détachent nettement en noir sur l'empreinte des feuilles. Elles sont fixées au bout de fortes nervures aboutissant et s'arrêtant net à leur base non cordiforme, sans autre rapport de contact avec la feuille. Sur les échantillons les moins écrasés, on les voit formant un angle très ouvert avec le plan du limbe, et il est facile de se convaincre que, vivantes, elles se dissimulaient et pendaient librement sous les frondes fructifères.

Les graines attachées, étant en voie de croissance, offrent des aspects changeants. Les plus jeunes, longues de 5^{mm}, larges de 3^{mm}, situées à l'extrémité d'une fronde en vernation, ont tout à fait l'apparence d'ovules nus à micropyle évasé. Au second degré de développement le plus souvent, les graines devenues ovales aiguës, sont entourées d'une marge ou aile plus ou

(¹) *Flore carbonifère*, 1877 (*Pl. XXXIII, fig.* 7).

moins échancrée au sommet, qui les fait ressembler, quoique notablement plus petites et plus minces, au *Card. crassus* Lesq. [1], et ce n'est pas une chose peu curieuse de les voir prendre ainsi sans contrainte, évidemment pour faciliter leur dissémination, une forme si analogue aux *Samaropsis* que,

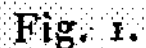


Fig. 1.



isolées dans cet état, on les pourrait aisément confondre avec les graines aussi petites de certains *Dory-Cordaites*. Et c'est sans doute en arrivant à maturité que les mêmes graines, avant de tomber, s'ornent de quelques granulations, car c'est pourvues de ces petites aspérités que gisent, parmi ses feuilles, les graines du *Pecop. Pluckeneti*.

Sur d'autres feuilles de la même espèce, on remarque d'autres vestiges de fructification dans lesquels M. J.-T. Sterzel [2] a vu des sores disposés comme ceux des *Dicksonia*. Ces vestiges ont l'apparence de tout petits boutons de 1^{mm} de diamètre, limités par une dépression annulaire, et marqués d'un point central. Ces boutons de forme et de dimension constantes, distribués systématiquement au fond des sinus des pinnules, et alimentés par des nervures spéciales, constituent des organes de première importance; ils ne ressemblent pas aux cicatrices laissées par la chute des

(1) *Coal Flora carb. Pennsylvania*, p. 812, Pl. CIX, *fig.* 12, Pl. CX, *fig.* 6 à 9.
(2) *Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft*, 1886, p. 773 et 797.

graines; je présume que ce sont des réceptacles d'anthères. Mais, comme d'ordinaire, l'organe mâle manque totalement.

Il n'en reste pas moins acquis qu'au *Pecopteris Pluckeneti* appartiennent les graines les plus petites, communes et nombreuses, du bassin de Saint-

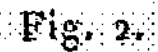
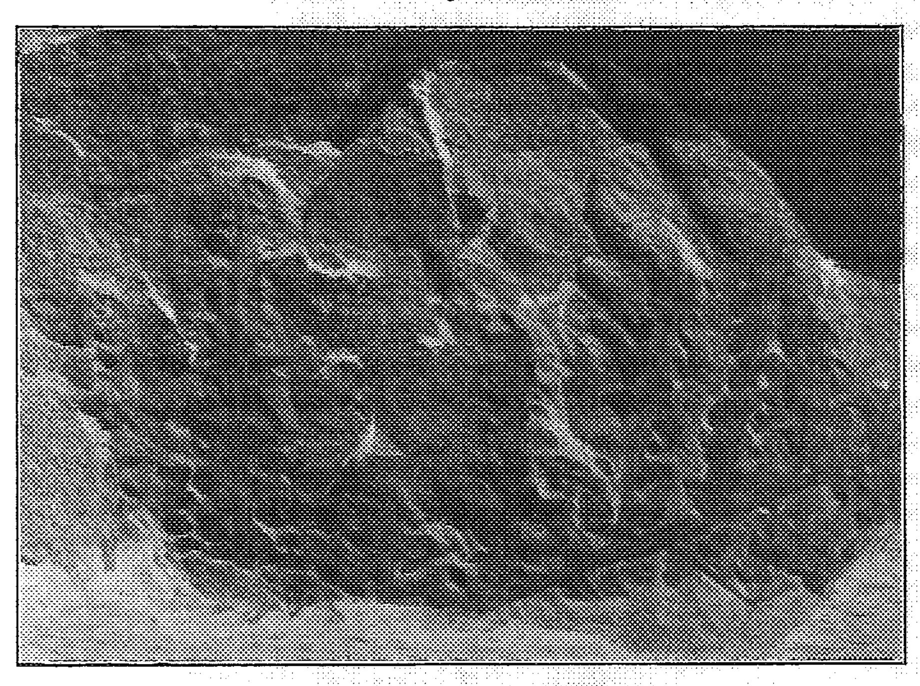


Fig. 2.



Étienne, et, si l'on n'en connaît pas la structure comme celle du *Lagenostoma Lomaxi* rapproché du *Sphenopteris Höninghausi* Br. par l'intermédiaire des *Lyginodendron* (1), elles sont au moins rattachées directement et indiscutablement aux feuilles de Fougère qui les ont portées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Gustave Lamare soumet au jugement de l'Académie un Mémoire *Sur la construction d'une machine multiplicatrice rapide*.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Maurice Levy, Appell, Humbert.)

---

(1) *Philos. Transactions Royal Society of London*, 1904, p. 230.

CORRESPONDANCE.

M. van't Hoff, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. H. Moissan intitulée : *La Chimie minérale, ses relations avec les autres sciences;*

2° Les trois premiers fascicules de la *Revista de Chimica pura e applicada* fondée par le professeur A.-J. Ferreira da Silva.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini.* Note de M. Giacobini, présentée par M. Bassot.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les observations, les éléments et l'éphéméride de la nouvelle comète que j'ai rencontrée le 25 mars dernier, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.

Éléments de la comète calculés à l'aide des observations des 26, 28 et 30 mars de Nice.

T = 1905 avril 4,141 Paris,

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 358^\circ.18',0\\ \Omega &= 157.\ 7,1\\ i &= \ 40.24,8\end{aligned}\right\}\ 1905,0.$$

$$\log q = 0,04836$$

Éphéméride pour 12h (temps moyen de Paris).

Dates. 1905.	α.	Distance polaire.	log Δ.	E.
Avril 6	6h27m15s	65°35',5	$\bar{1}$,8504	1,01
» 10	6.45. 9	61. 5,5	$\bar{1}$,8569	0,97
» 14	7. 4.22	56.54,9	$\bar{1}$,8663	0,92
» 18	7.24.53	53. 8,4	$\bar{1}$,8783	0,85
» 22	7.46.42	49.49,3	$\bar{1}$,8923	0,78
» 26	8. 9.33	46.59,0	$\bar{1}$,9079	0,70
» 30	8.33.11	44.42,5	$\bar{1}$,9247	0,61

Observations de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ℘.	Nombre de compar.	Étoiles.	Obs.
	h m s	m s	′ ″			
Mars 26....	8.11.49	−1.36,72	+5.15,0	18:10	*a*	G
» 27....	8. 8. 6	−1. 4,76	−7.33,2	14:14	*b*	J
» 27....	8.48.59	+0.39,81	+6.12,7	21:10	*c*	G
» 28....	8. 6.34	+4.21,51	−1.22,8	15:10	*d*	J
» 28....	8.19.19	+4.23,91	−1.58,2	15:10	*d*	G
» 29....	9.24.33	+2.36,75	−0.18,0	14:10	*e*	J
» 30....	8. 2.11	−0.44,64	−0.26,6	16:16	*f*	J
» 30....	8. 5. 8	−0.44,14	−0.35,7	16:10	*f*	G

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a...........	Leipzig I, 1840	5.45.50,56	+0,14	78.57.36,3	+12,3
b..........	Leipzig I, 1868	5.48.45,92	+0,12	77.57.20,0	+12,0
c..........	Leipzig I, 1853	5.47. 6,99	+0,13	77.41.30,1	+12,0
d..........	Leipzig I, 1848	5.46.50,80	+0,10	76.38. 0,4	+11,5
e..........	Leipzig I, 1913	5.52.23,79	+0,11	75.19.40,4	+10,6
f..........	Leipzig I, 1883	5.59.14,15	+0,12	74.10.41,8	+10,7

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	α apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 26..........	5.44.13,98	$\bar{1}$,450	79. 3. 3,8	$0{,}703_n$
» 27..........	5.47.41,28	$\bar{1}$,444	77.49.58,8	$0{,}689_n$
» 27..........	5.47.46,93	$\bar{1}$,525	77.47.55,0	$0{,}707_n$
» 28..........	5.51.12,41	$\bar{1}$,442	76.36.49,1	$0{,}676_n$
» 28..........	5.51.14,81	$\bar{1}$,473	76.36.13,7	$0{,}681_n$
» 29..........	5.55. 0,65	$\bar{1}$,575	75.19.33,0	$0{,}701_n$
» 30..........	5.58.29,63	$\bar{1}$,436	74.10.25,9	$0{,}649_n$
» 30..........	5.58.30,13	$\bar{1}$,448	74.10.16,9	$0{,}656_n$

Nota. — Les lettres G et J désignent respectivement les observateurs Giacobini et Javelle; le premier observant à l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture, le second au grand équatorial de $0^m,76$.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Giacobini* (1905, mars 26). Note de M. E. **Maubant**, présentée par M. Lœwy.

On a utilisé l'observation du 26 mars faite à Nice et les observations des 28 et 31 mars obtenues par M. Bigourdan à l'Observatoire de Paris.

Dates. 1905.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
	h m s	h m s	° ′ ″
Mars 26......	7.51.57	5.44.14	+10.56.56
» 28......	9.10.40	5.51.25,26	+13.27.27,4
» 31......	8.58.51	6. 2.27,56	+17. 6.15,2
» 31......	9.11.48	6. 2.29,26	+17. 7. 8,1

On en a déduit une parabole dont voici les éléments :

T = 1905 avril 3,80238, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 156^\circ 51' 45'' \\ i &= 40.43.\ 6 \\ \omega &= 357.53.32 \end{aligned}\right\} 1905,0$$

$$\log q = 0,04944.$$

$$\text{Représentation du lieu moyen : O — C} \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= 0, \\ d\beta &= 0. \end{aligned}\right.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le théorème d'Abel sur les surfaces algébriques.* Note de M. **Francesco Severi**, présentée par M. Émile Picard.

1. Il y a deux questions qu'on peut poser sur une surface algébrique, en se plaçant au point de vue analogue à celui du théorème d'Abel pour les courbes. Ou bien on demande une condition pour qu'un système algébrique de courbes (algébriques) soit renfermé totalement dans un système linéaire; ou bien on demande une condition pour qu'une *involution* de groupes de points soit régulière (c'est-à-dire que son ordre de connexion linéaire soit $p_1 = 1$).

Dans cette Note, je donne ces conditions, au moyen des intégrales de Picard attachées à la surface.

Je commence à énoncer ce que je nomme *le premier théorème d'Abel sur les surfaces :*

Soient $I_1, I_2, .., I_q$ *les intégrales de différentielles totales attachées à une surface* F, *et soient* $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *les points communs à deux courbes (algébriques) tracées sur la surface et variables dans une même série algébrique : alors, pour que cette série soit renfermée dans un système linéaire, il faut et il suffit que les sommes*

$$I_h(x_1) + \ldots + I_h(x_n) \qquad (h = 1, \ldots, q)$$

demeurent constantes.

La nécessité de la condition dont on parle s'établit par elle-même, en s'appuyant sur le théorème d'Abel pour les courbes. Mais la démonstration de la réciproque, quoique simple, n'est pas si immédiate. J'ai posé à la base de cette recherche le lemme qui suit :

Si, dans une courbe algébrique, on a une série algébrique (irréductible) S *de groupes de* ν *points, telle que l'ensemble des n groupes qui passent par le point x variable sur la courbe (y compris le point x compté n fois), se meut dans une série linéaire (d'ordre* $n\nu$*), alors tous les groupes de* S *sont contenus dans une même série linéaire.*

De ce lemme je tire la suffisance de la condition énoncée, en généralisant un raisonnement bien connu de M. Humbert (*Journal de Math.*, 1894).

2. Comme une conséquence immédiate du premier théorème d'Abel, je vais établir qu'*une surface algébrique, ayant les genres* p_g, p_n, *possède* $p_g - p_n$ *intégrales de Picard de première espèce et* $2(p_g - p_n)$ *intégrales de deuxième espèce.*

Pour ce qui concerne la relation entre l'irrégularité et l'existence d'intégrales de première et de deuxième espèce, j'applique seulement, dans la démonstration que je vais exposer, les propositions données dans ma Note des *Rendiconti dei Lincei* (septembre 1904), et le beau théorème de M. Enriques, concernant les systèmes complets non linéaires qui appartiennent à une surface irrégulière (Voir *Comptes rendus*, 16 janvier).

Soit $|C|$ un système linéaire régulier de courbes tracées sur la surface F. D'après M. Enriques, ce système appartient à une série algébrique Σ, $\infty^p (p = p_g - p_n)$, de systèmes linéaires. Si $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont les points communs à deux courbes d'un de ces systèmes, on aura :

$$I_h(x_1) + \ldots + I_h(x_n) = c_h, \qquad (h = 1, \ldots, q),$$

où $I_1, \ldots, I_q$ sont les intégrales indépendantes de première espèce attachées à F, et

les c sont des constantes. Grâce à la suffisance de la condition donnée du premier théorème d'Abel, le *groupe* des quantités $c_1, c_2, \ldots, c_q$ ne pourra pas être le même par deux systèmes différents de Σ. Donc les c sont susceptibles de ∞^p groupes distincts de valeurs. Cela entraîne $q \geqq p$. D'un autre côté, en désignant par r le nombre des intégrales de deuxième espèce, on a (*voir* ma Note des *Lincei*, n° 2) : $r - q \leqq p$. Ces inégalités, jointes à l'autre $r \geqq 2q$, qu'on obtient aisément (*voir*, par exemple, le n° 3 de ma Note dans les *Atti dell'Accademia di Torino*, 22 janvier), donnent $q = p$, $r = 2p$.

3. Le théorème très important que je viens de démontrer est dû à M. Castelnuovo, qui l'a exposé récemment avec une autre démonstration (*Comptes rendus*, 23 janvier). Ce théorème répond à la question *quantitative* concernant les intégrales de première et deuxième espèce, attachées à une surface. La question *qualitative* avait été déjà résolue en réunissant le théorème que j'ai démontré en septembre avec le théorème cité de M. Enriques. Je dois enfin rappeler que M. Picard a établi de son côté la relation $r = p + q$ (*Comptes rendus*, 16 janvier), par une méthode où joue, d'une manière admirable et systématique, le groupe d'une certaine équation différentielle E.

4. En terminant, je me borne à énoncer ce que je nomme *le second théorème d'Abel sur les surfaces :*

Soient encore $I_1, \ldots, I_q$ *les intégrales de première espèce attachées à une surface* F, *et* $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ *un groupe de points, variable dans une involution* K *de* F. *La condition nécessaire et suffisante pour que* K *soit régulière est alors que les sommes*

$$I_h(x_1) + \ldots + I_h(x_n) \qquad (h = 1, \ldots, q)$$

demeurent constantes.

On en tire, par exemple, que *sur une surface, qui ne contient pas de faisceaux irrationnels, toute involution d'une série continue est régulière.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre à solution périodique.* Note de M. **Maxime Bôcher**, présentée par M. Émile Picard.

On sait comment M. Picard s'est servi de la méthode des approximations successives pour démontrer quelques-uns des théorèmes de Sturm sur les solutions réelles des équations différentielles linéaires du second ordre. Plus récemment, M. Mason a employé les principes du calcul des variations

pour établir les mêmes propositions et d'autres propositions analogues. Ces deux méthodes ont un avantage incontestable sur celle de Sturm. C'est de se prêter facilement à une généralisation aux équations aux différences partielles. Il en est autrement quand on se restreint aux équations différentielles ordinaires, au moins quand elles sont linéaires et du second ordre. En effet, la méthode de Sturm est, dans ce cas, bien plus générale que celle de MM. Picard et Mason. Il paraît même que, dans tous les cas qui peuvent être traités par ces dernières méthodes, la méthode très simple indiquée par Sturm au bas de la page 182 du premier Volume du *Journal de Liouville* sera applicable. Ainsi la méthode de Sturm aurait aussi l'avantage de la simplicité sur les méthodes plus récentes. Toutefois, dans la recherche des solutions périodiques, la méthode de M. Mason paraît l'emporter sur la méthode de Sturm.

Je vais montrer ici comment on peut, jusqu'à un certain point, suppléer à ce défaut en traitant ce cas comme simple corollaire des cas les plus simples.

Soit l'équation différentielle

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \lambda A(x)y = 0, \tag{1}$$

où A désigne une fonction positive de période ω et λ un paramètre. Il s'agit de prouver qu'il existe une infinité de valeurs réelles de λ pour lesquelles l'équation (1) admet une intégrale périodique, non identiquement zéro, de période ω. On trouve facilement une équation transcendante en λ dont les racines sont précisément les valeurs désirées. Désignons, en effet, par y_1 et y_2 les deux intégrales de (1) qui satisfont, quelle que soit la valeur de λ, aux conditions

$$y_1(a) = 1, \qquad y_1'(a) = 0, \qquad y_2(a) = 0, \qquad y_2'(a) = 1.$$

Pour qu'une intégrale $y = c_1y_1 + c_2y_2$ ait la période ω, il faut et il suffit qu'on ait

$$c_1y_1(a+\omega) + c_2y_2(a+\omega) = c_1,$$
$$c_1y_1'(a+\omega) + c_2y_2'(a+\omega) = c_2.$$

La condition nécessaire et suffisante pour que ces deux équations soient satisfaites par des valeurs de c_1, c_2, qui ne soient pas toutes deux nulles, se réduit facilement à la forme

$$y_1(a+\omega) + y_2'(a+\omega) - 2 = 0. \tag{2}$$

C'est l'équation en λ qu'il s'agissait de trouver. Nous voulons maintenant démontrer que cette équation a une infinité de racines réelles.

A cet effet, considérons l'équation $y_2(a+\omega)=0$ qui, d'après un théorème fondamental de Sturm, a un nombre illimité de racines réelles et positives. Si nous désignons ces racines, rangées par ordre de grandeur, par $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \ldots$, la fonction $y_2(x)$ aura pour la valeur $\lambda=\lambda_n$ exactement n racines dans l'intervalle $a<x<a+\omega$.

En se servant de la formule $y_1 y'_2 - y_2 y'_1 = 1$, on trouve que le premier membre de (2) se réduit, quand λ a une des valeurs $\lambda_0, \lambda_1, \ldots$, à la forme

$$\left[\sqrt{y_1(a+\omega)} - \frac{1}{\sqrt{y_1(a+\omega)}}\right]^2.$$

Or, quand $\lambda=\lambda_n$, la quantité $y_1(a+\omega)$ est positive, si n est impair, négative si n est pair. Il s'ensuit que dans chaque intervalle $\lambda_n \leqq \lambda \leqq \lambda_{n+1}$ l'équation (2) a au moins une racine. Ainsi, l'existence d'une infinité de valeurs réelles de λ pour lesquelles l'équation différentielle (1) a une solution de période ω est démontrée.

On peut facilement aller un peu plus loin si l'on considère les racines de l'équation en λ

$$y'_1(a+\omega)=0.$$

On prouve ainsi, par des raisonnements tout à fait analogues à ceux dont nous venons de faire usage, que, k étant un entier positif quelconque, il existe au moins deux valeurs réelles de λ pour lesquelles l'équation (1) a une solution de période ω qui s'évanouit exactement $2k$ fois dans l'intervalle $a<x\leqq a+\omega$, pourvu toutefois qu'on compte deux fois une valeur de λ pour laquelle toutes les solutions de (1) ont la période ω.

La méthode dont je me suis servi a l'avantage de s'appliquer sans aucune modification à l'équation

$$(3) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + p(x)\frac{dy}{dx} + q(x, \lambda)y = 0,$$

où la fonction périodique p n'est restreinte qu'à la condition

$$\int_a^{a+\omega} p\,dx = 0,$$

et la fonction q, périodique en x, dépend de λ de telle façon que, quand λ croît de l à L, q croisse continuellement, pour chaque valeur de x, d'une valeur négative ou nulle à $+\infty$. Il est même suffisant que cette crois-

sance uniforme ait lieu pour toutes les valeurs de x qui sont contenues dans un intervalle, quelque petit qu'il soit.

Ce n'est qu'après avoir écrit ces lignes que j'ai vu la Note dans un des derniers numéros des *Comptes rendus* où M. Tzitzéica s'est servi de la méthode de M. Picard pour établir les théorèmes de M. Mason sur l'équation (1) dont il a été question dans cette Note. La méthode de M. Tzitzéica, pas plus que celle de M. Mason, ne paraît pas devoir s'appliquer à l'équation plus générale (3).

Il est bien probable que, pour peu que dans (3) le coefficient q croisse avec λ pour toute valeur de x, il ne pourra pas exister plus de deux valeurs de λ pour lesquelles l'équation (3) ait une solution périodique qui s'évanouit $2k$ fois dans l'intervalle $a < x \leqq a + \omega$. Pour le cas où $k = 0$ on prouve facilement qu'il existe exactement une telle valeur de λ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface hyperelliptique.* Note de M. E. TRAYNARD, présentée par M. G. Humbert.

Je considère les fonctions Θ, impaires et de caractéristique nulle, du sixième ordre relatives au Tableau de périodes [1]

$$(T_3)\left\{\begin{matrix} \frac{2i\pi}{3} & 0 & a & b \\ 0 & 2i\pi & b & c \end{matrix}\right.$$

Elles sont au nombre de 4, et en posant

$$x_1 = \Theta_{01} - \Theta_{05}, \qquad x_2 = \Theta_{02} - \Theta_{04}, \qquad x_3 = \Theta_{31} - \Theta_{35}, \qquad x_4 = \Theta_{32} - \Theta_{34},$$

on obtient une surface du quatrième ordre.

Sur cette surface sont tracés un premier groupe de 16 droites, courbes unicursales singulières correspondant aux 16 demi-périodes qui annulent les quatre coordonnées, puis un second groupe de 16 autres droites dont chacune rencontre 10 des premières de la façon suivante : si l'on fait correspondre à chaque droite du premier groupe un point singulier de la surface de Kummer, et à chaque droite du second groupe un plan singulier, une droite du second groupe rencontre les 10 droites correspondant aux

[1] Voir ma Note du 8 février 1904.

10 points singuliers qui ne sont pas dans le plan correspondant. Cette liaison est réciproque.

Les 160 points d'intersection des droites deux à deux se groupent en 10 configurations de Kummer admettant les mêmes directrices.

Dans le plan déterminé par 2 droites de la surface se trouve en outre une conique; par cette conique passent deux quadriques qui coupent la surface chacune suivant 6 droites et qui se coupent suivant une conique appartenant à l'une des configurations précédentes. Ces quadriques sont au nombre de 320.

Ces propriétés sont caractéristiques. — J'ai démontré que si une surface du 4ᵉ degré possède 32 droites telles que chacune en rencontre 10 autres de la façon indiquée plus haut, les 160 points d'intersection de ces droites forment 10 configurations de Kummer admettant les mêmes directrices, et que l'un de ces points étant donné tous les autres s'en déduisent. Par conséquent : *toute surface du 4ᵉ degré contenant une telle configuration de 32 droites est une surface hyperelliptique.*

Cette surface se transforme en elle-même par 16 homographies correspondant à l'addition aux arguments u, v des 16 demi-périodes; elle est sa propre réciproque par rapport aux 16 quadriques fondamentales.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur la dynamique du point et du corps invariable, dans le système énergétique.* Note de MM. **Eugène** et **François Cosserat**, présentée par M. Appell.

L'expression de l'énergie cinétique est aujourd'hui mise en question, et le problème se pose de chercher comment la Mécanique peut être construite, en vue de donner une forme plus compréhensive à cette énergie. Il est à remarquer qu'une difficulté de même nature s'est déjà présentée à propos de la loi de Hooke. Nous nous sommes proposé d'établir une théorie qui, tout en contenant la généralisation de la Statique à laquelle nous venons de faire allusion, élargisse d'une manière analogue la Dynamique, et où, par conséquent, à côté des notions de *déformation finie* et de *déformation infiniment petite,* apparaissent précisées les idées de *mouvement rapide* et de *mouvement lent* entrevues autrefois par Helmholtz. Nous avons donné, pour cela, au système énergétique plus de généralité, et nous avons pris, pour point de départ, la *notion de groupe* qui, par l'invariance qu'elle implique, nous paraît traduire d'une manière adéquate l'idée

de mesure. Nous séparons d'abord le point de vue dynamique et le point de vue statique, pour les confondre finalement en un seul. Dans une première Note, qui doit paraître prochainement dans la traduction française du Tome I du *Traité de Physique* de M. Chwolson, nous avons commencé notre exposition au point de vue dynamique. Nous espérons, dans peu de temps, donner à cette exposition une forme plus étendue, et nous demandons à l'Académie la permission d'indiquer quelques-uns des premiers résultats auxquels nous avons été conduits; nous nous bornerons aux cas du point matériel et du corps invariable.

Considérons d'abord le point matériel. Une expression qui, comme *l'action* W *à un instant donné*, dépend des coordonnées du point et de leurs dérivées premières et, de plus, *est invariante dans le groupe des déplacements euclidiens*, doit être nécessairement une fonction de la vitesse v du point. Appliquons à l'intégrale $A = \int_{t_0}^{t_1} W\,dt$ la méthode de l'action variable de la manière suivante. En imprimant au point (x, y, z) un déplacement virtuel $(\delta x, \delta y, \delta z)$, nous avons, après une intégration par parties,

$$\delta A = (F\,\delta x + G\,\delta y + H\,\delta z)_{t_0}^{t_1} - \int_{t_0}^{t_1} (X\,\delta x + Y\,\delta y + Z\,\delta z)\,dt.$$

Nous partons de cette formule pour définir la quantité de mouvement et la force extérieure, qui sont respectivement les vecteurs (F, G, H) et (X, Y, Z) issus du point. Il est intéressant de signaler que nous retrouvons ainsi les lois de force envisagées par Laplace, dans un Chapitre qui paraît tombé actuellement dans l'oubli, de son *Traité de Mécanique céleste* (t. I, 1[re] Partie, Livre I, Chap. VI). Nous obtenons ensuite

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = d\left(v\frac{dW}{dv} - W\right),$$

ce qui conduit à attribuer le nom d'*énergie cinétique* à l'expression

$$v\frac{dW}{dv} - W.$$

Le principe d'Hamilton résulte immédiatement de ce qui précède; mais, en outre, la considération du mouvement permet de donner à la force des expressions analytiques diverses et d'étendre, au cas actuel, le principe de la moindre action, comme Laplace l'avait déjà vu d'ailleurs. *La notion de*

masse invariable ne subsiste plus, et l'on doit considérer plusieurs expressions, la *masse cinétique ou leibnizienne* $\frac{1}{v}\frac{dW}{dv}-\frac{W}{v^2}$, la *masse hamiltonienne* $\frac{W}{v^2}$, et la *masse maupertuisienne* $\frac{1}{v}\frac{dW}{dv}$; cette dernière doit notamment attirer l'attention. Il s'introduit des *valeurs critiques de la vitesse*, qui peuvent être telles que la vitesse de la lumière. Le mouvement rectiligne et uniforme ne correspond plus seul à la force nulle, tout en conservant cependant un rôle prépondérant. Ici apparaît la notion d'état naturel, et nous arrivons à cette conclusion que *la dynamique classique est simplement l'étude de l'état de mouvement infiniment voisin de l'état de repos*. Comme on est parvenu à une conclusion analogue pour la Statique, ce point de vue nouveau est particulièrement intéressant, car il indique comment peuvent se séparer les différentes énergies dans le système énergétique.

Si l'on déduit, à la manière habituelle, la théorie du corps invariable de la considération du point matériel, on est amené à adjoindre au corps une certaine fonction W des six arguments ξ, η, ζ, p, q, r qui déterminent le mouvement d'un trièdre invariablement lié. La méthode de l'action variable, entendue de la même façon que pour le point matériel, donne la définition des systèmes de quantités de mouvement et de forces extérieures. La notion d'énergie cinétique résulte, comme précédemment, du travail des forces, et l'on est conduit immédiatement à définir le centre d'inertie et les axes d'inertie *à un instant donné*; l'étude du mouvement du corps, lorsqu'il n'y a pas de forces extérieures, justifie, dans une certaine mesure, l'introduction de ces dernières notions, sur lesquelles Laplace avait hésité; nous obtenons, en particulier, un théorème qui se réduit, dans l'état de mouvement infiniment voisin de l'état de repos, au suivant, dont l'énoncé n'est donné dans les Traités que pour le cas particulier de la rotation :

Si un corps invariable, qui n'est sollicité par aucune force extérieure, commence à être animé d'un mouvement hélicoïdal autour d'un axe principal de l'ellipsoïde central d'inertie, il continue indéfiniment à être animé du même mouvement hélicoïdal autour du même axe.

Il est digne d'attention que les équations du mouvement relatif peuvent s'interpréter en substituant à $W(\xi, \eta, \zeta, p, q, r)$ une fonction de forme plus complexe, qui fait intervenir les éléments de définition du trièdre attaché au corps par rapport au trièdre mobile de référence. On est conduit à une généralisation d'un autre ordre reposant sur l'idée de *trièdre matériel*, c'est-à-dire sur l'idée du point matériel auquel sont adjointes trois direc-

tions rectangulaires. Cette nouvelle notion joue un rôle capital dans la théorie des corps déformables, en permettant d'unifier des théories qui, jusqu'ici, n'avaient pas de contact; son intérêt réside, en particulier, dans ce fait qu'elle comprend en elle-même la notion de *trièdre caché*, que l'on peut introduire ici par l'application de l'idée bien connue d'Helmholtz. Nous commençons à indiquer, pour la Dynamique, le rôle du trièdre matériel dans la première Note du Livre de M. Chwolson.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés de l'anhydride tungstique comme colorant céramique*. Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. A. Ditte.

La belle couleur jaune de l'anhydride tungstique et sa stabilité aux températures utilisées dans l'industrie céramique l'on fait proposer plusieurs fois comme colorant de grand feu. Hertwig [1] seul semble avoir obtenu des résultats satisfaisants, mais son Mémoire ne donne pas la description du procédé qu'il a suivi; il signale, comme ses prédécesseurs, la tendance qu'ont les couvertes tungstifères à s'opaliser quand elles subissent un coup de feu.

J'ai pensé qu'aux températures employées pour le décor en feu de moufle il était possible d'obtenir facilement du jaune sans courir le risque de voir le colorant disparaître en opacifiant le fondant. Mes prévisions n'ont été vérifiées qu'en partie.

En cuisant vers 800° de l'anhydride tungstique, mêlé de monosilicate de plomb comme fondant, on a du jaune. L'introduction d'acide borique dans le fondant, en remplacement partiel de la silice, et d'oxyde de zinc (tout en gardant le rapport des bases aux anhydrides silicique et borique égal à 1) n'a pas détruit la coloration; le jaune est peut-être même un peu plus vif. En revanche, un coup de feu fait diminuer la coloration. Le fondant peut même dissoudre le colorant et cristalliser confusément par refroidissement en formant une couche blanche. Au lieu d'un fondant de cet ordre j'ai employé ensuite l'oxyde de bismuth; ce dernier corps m'a donné satisfaction. Le jaune obtenu résiste mieux que le précédent à une cuisson trop élevée.

J'ai cherché ensuite si l'opacification amenée par l'introduction de l'anhydride tungstique dans les couvertes était un phénomène général. Les couvertes de porcelaines, les glaçures plombeuses deviennent laiteuses ordinairement quand on les additionne de ce composé. Avec 6 pour 100 d'anhydride tungstique une glaçure bary-

(1) *Sprechsaal*, 1903, p. 1845.

tique que j'ai essayée devenait opaque à la manière des glaçures employées dans la fabrication de la faïence stannifère. Elle s'appliquait bien sur terre cuite. On peut cependant préparer des glaçures, renfermant de l'anhydride tungstique, parfaitement transparentes. Dans une glaçure correspondant à la formule générale $MO.2SiO^2$ j'ai introduit $0^{mol},1$ d'alumine, puis j'ai remplacé $0^{mol},5$ de SiO^2 par de l'anhydride borique et $0^{mol},1$ de SiO^2 par de l'anhydride tungstique. Comme base j'ai employé de la soude, de la chaux, et de l'oxyde de plomb, mélangés dans le rapport Na^2O, CaO, $2PbO$. Le verre basique ainsi produit était facilement fusible et parfaitement transparent; il était jaunâtre. En remplaçant l'oxyde de plomb par de la baryte, on a de même un verre transparent. C'est dans une glaçure de cet ordre, mais dont la teneur en silice et en alumine avait été augmentée d'un tiers environ, que j'ai constaté l'opacification.

Je me propose d'étudier plus à fond ces réactions spéciales et de chercher à déterminer les conditions à réaliser pour produire ou éviter l'opalisation dans certains verres et glaçures. Jusqu'ici ces phénomènes n'ont fait l'objet d'aucune étude détaillée. Ils sont suffisamment intéressants au point de vue pratique pour mériter un examen plus approfondi, dont j'indiquerai ultérieurement les résultats.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la preparation des hydrosulfites.* Note de M. **Billy**, présentée par M. H. Moissan.

L'hydrosulfite de sodium a été préparé, pour la première fois, sans l'intermédiaire du zinc par M. Moissan (1), qui l'obtint en faisant réagir le gaz sulfureux sur l'hydrure de sodium.

Quelque temps après, la *Badische* (2) prit un brevet pour l'obtention industrielle des hydrosulfites par l'action de l'anhydride sulfureux sur le sodium *en présence d'un solvant neutre* tel que l'éther, la ligroïne, etc.

Ce résultat m'a paru très étonnant, car, ayant essayé l'action de l'anhydride sulfureux sur le sodium en présence d'éther anhydre, j'avais été à même de constater qu'il ne se produisait aucune réaction.

J'ai donc répété ces expériences avec grand soin et elles ont toutes donné invariablement un résultat négatif.

L'anhydride sulfureux ne réagit pas sur le sodium en présence d'un solvant neutre.

(1) Moissan, *Comptes rendus,* 27 octobre 1902.
(2) *Badische Anilin und S. F.*, 19 novembre 1902; 2 janvier 1904. Nr. 148-125.

Il n'en est pas de même lorsque la réaction a lieu en présence d'alcool absolu.

Il semble donc nécessaire que, pour obtenir l'hydrosulfite, le sodium et l'anhydride sulfureux se trouvent en présence d'un réactif attaqué par le métal.

En poursuivant cette étude avec le magnésium, on observe que l'anhydride sulfureux réagit fort bien sur ce métal, en présence d'alcool absolu, pour donner un hydrosulfite.

On fait arriver un courant de gaz sulfureux sec dans un ballon contenant du magnésium, en poudre ou en ruban, recouvert d'alcool absolu, l'attaque s'effectue rapidement; cet hydrosulfite est soluble dans l'alcool contenant un excès d'anhydride sulfureux; la coloration jaune de la liqueur permet de supposer qu'elle contient un hydrosulfite acide particulier; je me propose de l'étudier. Quand on laisse la solution dans le vide, le départ de l'anhydride sulfureux est accompagné d'un dépôt du sel; si l'on évapore à sec et à froid, on obtient une combinaison alcoolique d'hydrosulfite de magnésium, insoluble dans l'alcool absolu. Les solutions alcooliques du sel magnésien donnent, avec des liqueurs alcooliques d'azotate d'argent et de chlorure mercurique, les mêmes réactions que les solutions aqueuses.

Il semble bien ici que, le magnésium n'attaquant pas l'alcool absolu, il doit y avoir union directe des composants; cependant il me paraît plus vraisemblable qu'il y a d'abord une attaque préalable de l'alcool par le magnésium et que, seulement alors, la formation d'hydrosulfite a lieu. En effet, le magnésium seul mis en présence d'alcool absolu est susceptible de fournir un alcoolate avec dégagement d'hydrogène; à 150° en tube scellé la réaction est complète.

Le mécanisme de la réaction du sodium et du magnésium pourrait donc être envisagé comme suit :

Ce métal attaquant l'alcool forme une trace d'alcoolate et d'hydrure qui réagit alors sur l'anhydride sulfureux au fur et à mesure de sa formation, l'hydrogène se reportant sur une nouvelle portion du métal qui n'a pas réagi.

Cette interprétation est peut-être applicable à la préparation de l'hydrosulfite de zinc d'après M. Nabl (1) ou à celle des hydrosulfites de calcium, aluminium, fer que j'obtiens en tube scellé à froid en laissant le métal plusieurs jours au contact de l'alcool absolu saturé de gaz sulfureux.

Ces expériences seront continuées pour obtenir les alcoolates.

---

(1) NABL, *Monatshefte für Chemie*, 1899, p. 679.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide acétyl-lactique.* Note de M. V. Auger, présentée par M. H. Moissan.

Les indications fournies sur ce composé sont contradictoires : Wislicenus (¹) l'a obtenu par saponification de l'acétyl-lactate d'éthyle, sous forme d'une huile indistillable, dont il ne fournit ni la composition, ni les constantes physiques. C'est en se basant sur l'analyse de ses sels qu'il lui attribue la formule $CH^3.\underset{|\atop OCOCH^3}{CH}-CO^2H$.

De son côté, Siegfried (²) aurait obtenu une substance ayant la même formule, retirée de l'extrait de viande. L'acide de Siegfried fond à 166° et même se polymérise au bout de quelque temps et ne fond plus même au-dessus de 200°. L'auteur dit en avoir obtenu une petite quantité en chauffant ensemble de l'acétate et du lactate de zinc.

J'ai repris l'étude de ce composé et cherché à le préparer par des méthodes plus simples et plus avantageuses. J'ai obtenu d'excellents résultats, soit en traitant le lactate de chaux ou l'acide lactique par le chlorure d'acétyle, soit en faisant réagir l'anhydride acétique sur l'acide lactique ou son sel de chaux.

Expérience. — Le lactate de chaux anhydre (250^g) est traité dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, par du chlorure d'acétyle (80^g) versé lentement par un entonnoir à robinet. La réaction se poursuit d'elle-même vers 60°. On la termine au bain-marie. Le produit formé, extrait à l'éther ou au benzène, est un sirop qu'on fractionne dans le vide. On prend les portions bouillant dans les environs de 165°-172° sous 75^{mm} ou 140°-150° sous 30^{mm}. L'huile incolore obtenue se prend en masse cristalline, par refroidissement. On l'essore à froid et on la presse entre des doubles de buvard pour obtenir un produit pur fondant à 39°-40°.

En faisant tomber peu à peu 400^g de chlorure d'acétyle dans 200^g d'acide lactique, il se dégage abondamment de l'acide chlorhydrique. Le produit fractionné dans le vide fournit 85^g d'acide fusible à 39°. Si l'on augmente la proportion de chlorure d'acide, le rendement diminue et peut tomber à zéro.

Le mélange de 1^{mol} d'acide lactique et 1^{mol} d'anhydride acétique se fait sans élévation de température; mais au bout de quelques minutes il se produit un échauffement progressif, et il est bon de refroidir pour éviter la projection du liquide qui arrive ra-

(¹) *Lieb. Ann.*, t. CXXV, 1863, p. 61.
(²) *Ber. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXII, 1889, p. 2711.

pidement au point d'ébullition. Après quelque temps de chauffe vers 130°, on distille le tout dans le vide, et l'on obtient comme précédemment l'acide fusible à 39° avec un rendement qui peut atteindre 50 pour 100 de la théorie.

Les produits obtenus dans ces trois préparations sont identiques. La substance, incolore, cristalline, fond à 39°-40°. Elle est déliquescente, soluble dans l'alcool et la benzine, moins dans l'éther de pétrole. Son point d'ébullition est 167°-170°, sous 78mm; 148°-150°, sous 50mm.

L'analyse a fourni :

		Théorie pour $C^5H^8O^4$.
C pour 100	45,8	45,45
H »	6,2	6,21

La cryoscopie, en solution benzénique, a fourni : P.M., 135; calculé, 132.

L'étude des propriétés chimiques du produit a confirmé ces résultats analytiques.

La solution aqueuse, évaporée dans le vide, fournit le produit inaltéré, ce qui éloigne toute supposition d'avoir affaire à un anhydride. La solution saturée par la soude, en présence de phtaléine, indique un acide monovalent. Exemple : 1g,344 d'acide exige 0,397 de NaOH; théorie 0,407. Il n'a pas été possible d'obtenir des sels purs de cet acide. En particulier, la solution de l'acide, saturée au carbonate de baryum, fournit une solution neutre qui, laissée à froid dans le vide, s'acidifie lentement, ce qui prouve une hydrolyse partielle à froid. Le sel obtenu est d'ailleurs gommeux.

Les essais tentés en vue de distiller et fractionner le liquide huileux, obtenu par la méthode de Wislicenus, ont toujours échoué, et les portions qui possèdent le même point d'ébullition que l'acide acétyl-lactique n'ont jamais cristallisé après amorçage avec le produit fusible à 39°.

En résumé : il est possible que Wislicenus ait eu en mains un acide acétyl-lactique très impur, mais les propriétés du produit pur s'éloignent tellement de celles de l'acide de Siegfried, que l'étude plus approfondie de ce dernier s'impose. Il est possible qu'il représente un polymère ou un isomère stéréochimique particulier. Il serait, en tout cas, nécessaire de trouver une méthode avantageuse de préparation de cette substance, car Siegfried semble n'en avoir jamais eu que de petites quantités entre les mains.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons des ferments chloraluminiques avec les hydrocarbures et le gaz chlorhydrique.* Note de M. G. GUSTAVSON, présentée par M. H. Moissan.

En étudiant l'action de chlorure d'isopropyle sur le benzène et le chlorure d'aluminium, j'ai trouvé qu'en observant les conditions ci-dessous, on peut obtenir un composé chlorhydrique cristallin et de couleur jaunâtre conformément à l'équation

$$Al^2Cl^6 + 2C^6H^6 + 6(CH^3)^2CHCl = Al^2Cl^6(C^6H^3((CH^3)^2CH)^3)^2HCl + 5HCl.$$

On prend les matières réagissantes en quantités indiquées par l'équation, et l'on ajoute peu à peu du chlorure d'isopropyle à du benzène additionné de chlorure d'aluminium finement pulvérisé et tamisé; le tout est refroidi au moyen d'un mélange réfrigérant. La réaction s'accomplit en deux phases. Il se forme en premier lieu le ferment isopropylique, qui reste combiné avec du benzène

$$Al^2Cl^6 + 2C^6H^6 + 3(CH^3)^2CHCl = Al^2Cl^6C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3C^6H^6 + 3HCl.$$

Le mélange est encore liquide; mais si l'on continue d'ajouter le chlorure d'isopropyle, tout se prend en une masse cristalline de couleur jaune

$$Al^2Cl^6C^6H^3[(CH)^2CH]^3C^6H^6 + 3(CH^3)^2CHCl = Al^2Cl^6(C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3)^2HCl + 2HCl.$$

Il faut remuer énergiquement cette masse, pour terminer la réaction. Mais, si l'on prend du benzène et du chlorure d'isopropyle en très léger excès, on obtient plus sûrement la réalisation complète de la réaction. Avant l'analyse on exprime la substance dans des tubes tarés au moyen de papier à filtrer bien séché. Le dosage du chlore, de l'aluminium et du gaz chlorhydrique (ce dernier étant mis en liberté par l'échauffement des corps en réaction et absorbé par de l'eau) a donné 35,5 pour 100 de Cl, 7,5 pour 100 de Al et 4,8 pour 100 de HCl. La formule $Al^2Cl^6(C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3)^2HCl$ exige 34,9 pour 100 de Cl, 7,5 pour 100 de Al et 5,1 pour 100 de HCl.

L'action de l'eau sur ce composé n'est pas très violente, elle produit un carbure qui bout à 234°-236°; 5,9 de substance ont donné 3,09 de carbure, au lieu de 3,19; 0g,1119 de carbure ont donné 0g,3619 de CO^2 et 0,1179 de H^2O; soit, en centièmes, 88,2 pour 100 de C et 11,7 pour 100 de H. La formule $C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3$ exige 88,23 pour 100 de C et 11,77 pour 100 de H. Le nouveau carbure se caractérise par le sulfosel magnésien,

$$(C^6H^2[(CH^3)^2CH]^3SO^3)^2Mg + 7H^2O,$$

très peu soluble : 1 partie de sel se dissolvant dans les 1414 parties d'eau à 19°.

Si l'on chauffe le corps jaune, il fond à 55° en se dissociant d'après l'équation

$$Al^2Cl^6(C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3)^2HCl$$
$$= Al^2Cl^6C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3 + C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3 + HCl.$$

Le gaz chlorhydrique se dégage en grande partie et il reste deux couches superposées. En les examinant, j'ai trouvé que la couche supérieure était constituée par le triisopropylbenzène et la couche inférieure par le ferment, $Al^2Cl^6C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3$ combiné avec une petite quantité du carbure ci-dessus. Si l'on fait passer du gaz chlorhydrique dans ces deux couches en les refroidissant jusqu'à −10°, tout se prend de nouveau et forme un corps jaune.

Si l'on agite ce corps jaune avec du benzène il se forme aussi deux couches superposées. La couche inférieure est constituée par la combinaison du ferment avec du benzène $Al^2Cl^6C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3 6C^6H^6$, et la couche supérieure par du benzène et ses dérivés isopropyliques. Ainsi le corps jaune se dissocie aisément en dégageant du gaz chlorhydrique et mettant à nu le ferment chloraluminique, ce dernier pouvant de nouveau entrer en réaction avec du benzène et le chlorure d'isopropyle ajouté et former le corps jaune.

Les faits cités se répètent pour les autres séries. Si l'on fait passer du gaz chlorhydrique dans un mélange de ferment chloraluminique [1] $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3$ et de carbure $C^6H^3(C^2H^5)^3$, refroidis jusqu'à température de −10°, on obtient le composé cristallin de couleur jaunâtre $Al^2Cl^6[C^6H^3(C^2H^5)^3]^2HCl$ (trouvé : 39,6 pour 100 de Cl et 8,7 pour 100 de Al; théorie : 39,6 pour 100 de Cl et 8,6 pour 100 de Al). En faisant réagir le chlorure d'isopropyle sur le composé $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3C^6H^6$, à température de −10°, on obtient le composé mixte $Al^2Cl^6C^6H^3(C^2H^5)^3C^6H^3[(CH^3)^2CH]^3HCl$, toujours de couleur jaune. Si l'on fait réagir le chlorure butylique tertiaire sur le benzène additionné de chlorure d'aluminium, on voit se produire, à la température de −10°, le composé cristallin de couleur jaune clair; l'étude de ce corps, très peu stable, n'est pas encore terminée. Il est à remarquer que le composé analogue amylique tertiaire qui contient $C^6H^4(C^5H^{11})^2$ se présente comme un liquide peu foncé.

Ainsi les ferments chloraluminiques qui se forment en premier lieu, avec production de chaleur, quand les chlorures alcooliques sont mis en présence du benzène et du chlorure d'aluminium, sont doués d'une propriété remarquable de s'unir simultanément avec les carbures et le gaz chlorhydrique. Sans doute cette propriété est liée intimement à la partie la plus importante des réactions de MM. Friedel et Crafts, c'est-à-dire avec la transformation des chlorures alcooliques et du benzène en carbures aromatiques et gaz chlorhydrique.

(1) G. Gustavson, *Sur les composés de chlorure d'aluminium à fonction de ferment* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1065).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrures de phénanthrène.* Note de M. **Pierre Breteau**, présentée par M. A. Haller.

En hydrogénant le phénanthrène par l'acide iodhydrique, M. Grœbe obtint, en 1873, le tétrahydrure de phénanthrène, $C^{14}H^{14}$, et l'octohydrure de phénanthrène, $C^{14}H^{18}$.

En 1887, MM. Bamberger et Lodter, confirmant les données de M. Grœbe, préparèrent le même tétrahydrure, $C^{14}H^{14}$, en hydrogénant le phénanthrène au moyen du sodium et de l'alcool amylique.

En 1889, MM. Liebermann et Spiegel ayant hydrogéné le phénanthrène par l'acide iodhydrique, obtinrent un perhydrure de phénanthrène, $C^{14}H^{24}$. Ils ont ajouté que celui-ci est accompagné d'autres hydrures moins hydrogénés, qui n'ont pu être séparés et dont l'étude n'a pas été poursuivie.

J'ai préparé divers hydrures de phénanthrène en appliquant à ce carbure la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens. La présente Note a pour objet de faire connaître quelques-uns des résultats obtenus; ils concernent l'hexahydrure et l'octohydrure. Le premier de ces corps n'a jamais été décrit, le second a été seulement cité par M. Grœbe.

En faisant passer, un peu au-dessous de 200°, un courant d'hydrogène pur entraînant de la vapeur de phénanthrène sur du nickel réduit à température convenable, on obtient un liquide jaunâtre, qui est un mélange d'hexahydrure et d'octohydrure de phénanthrène. Ces deux hydrures ne peuvent être séparés par cristallisation dans un mélange réfrigérant, ni par formation de la combinaison picrique de l'un deux. On arrive à les isoler par la distillation fractionnée dans le vide.

Un premier fractionnement portant sur 425g du mélange a donné : 197g de produit bouillant à 158° sous 13mm; 43g passant de 158° à 163°; 67g de 168° à 172° et 105g de 175° à 180°. Cette dernière portion a donné, après rectifications, 100g d'hexahydrure de phénanthrène, bouillant à 165°-167° sous 13mm. La première portion (197g à 158° sous 13mm), fractionnée à nouveau plusieurs fois, a fourni finalement 100g d'octohydrure de phénanthrène bouillant à 123°-124° sous 13mm.

Hexahydrure de phénanthrène, $C^{14}H^{16}$. — L'hexahydrure de phénanthrène constitue un liquide très légèrement coloré en jaune, cristallisable dans un mélange réfrigérant et fondant ensuite à — 3°; il bout à 305°-307° sous 760mm, à 165°-167° sous 13mm. Sa densité est à 0° : 1,053; à 15° : 1,043. L'indice de réfraction $[n]_D$ est à 15°,1 : 580. La réfraction moléculaire a été trouvée égale à 58,71 (le calcul donne pour $C^{14}H^{16}$: 58,65).

L'hexahydrure de phénanthrène est peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble

dans l'alcool chaud, soluble dans l'acide acétique cristallisable, l'éther, la benzine ou le chloroforme. Chauffé avec une solution alcoolique, saturée à froid, d'acide picrique, il donne un picrate cristallisé, fusible à + 106°. En solution acétique, il fournit, par addition de brome, deux dérivés bromés cristallisés : l'un, fusible à + 150° et insoluble dans l'éther; l'autre, fusible à + 142° et soluble dans l'éther.

L'hexahydrure de phénanthrène est facilement oxydable : l'acide nitrique dilué, le permanganate de potasse, l'acide chromique l'attaquent déjà à froid; on n'obtient pas de phénanthrènequinone dans les conditions où ce corps est produit à partir du phénanthrène.

Octohydrure de phénanthrène, $C^{14}H^{18}$. — Ce composé constitue un liquide incolore, ne cristallisant pas à — 10°; il bout à 280°-285° sous 760^{mm}, à 123°-124° sous 13^{mm}. Sa densité est à 0° : 1,006; à +15° : 0,993. L'indice de réfraction $[n]_D$, mesuré à +15°, a été trouvé égal à 1,537. La réfraction moléculaire est par conséquent 58,48 (59,05 pour $C^{14}H^{18}$).

L'octohydrure de phénanthrène est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool chaud, très soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme; il se dissout moins dans l'acide acétique cristallisable que l'hexahydrure; il ne donne pas de picrate cristallisé dans les conditions où l'hexahydrure en fournit. En solution acétique, il produit avec le brome des dérivés bromés liquides, peu stables, perdant facilement HBr par distillation dans le vide ou par entraînement à la vapeur d'eau. L'octohydrure de phénanthrène est facilement oxydable; il semble se comporter comme l'hexahydrure vis-à-vis les divers agents d'oxydation et ne pas donner de phénanthrènequinone dans les mêmes conditions.

CHIMIE. — *Sur la rétrogradation des amidons artificiels.* Note de M. **E. Roux**, présentée par M. L. Maquenne.

En vue d'étendre à leurs propriétés chimiques les analogies que présentent, par leurs caractères extérieurs, les amidons artificiels (¹) dérivés de la fécule ou de l'amyllocellulose avec les amidons naturels, nous avons commencé par étudier leur rétrogradation, phénomène qui, comme on le sait, est un caractère essentiel de la fécule gélifiée.

1. *Rétrogradation sous l'influence de l'eau seule.* — Les expériences suivantes ont porté sur trois types d'amidons artificiels, en solution à 3,3 pour 100, faites en chauffant 10 minutes à 100°, puis 4 minutes à 150°, température qu'il est nécessaire d'atteindre pour obtenir dans tous les cas une dissolution parfaite. Les échantillons témoins ont été saccharifiés de suite

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 440.

à 56°, les autres n'ont été soumis à l'action du malt qu'après avoir été conservés préalablement à 10° pendant un temps variable. Comparativement on a opéré de la même manière sur des empois de fécule de même concentration.

Les amidons artificiels employés étaient entièrement solubles : A à 150°, B à 120° et C à 100°. Les échantillons A et C représentent les types extrêmes et B le type moyen des amidons artificiels que nous avons obtenus avec l'amylocellulose. A et B bleuissent fortement par l'eau iodée, tandis que C ne donne qu'une coloration violette.

		Amylocellulose pour 100 de matière amylacée.			
		A.	B.	C.	Fécule.
Solutions fraîches		0	0	0	0
Solutions conservées à 10°	1 heure	43,6	»	»	»
	2 heures	»	23,0	1,8	0,2
	4 »	55,6	»	»	»
	6 »	»	30,2	6,1	0,7
	24 »	60,1	37,2	15,7	2,4
	72 »	»	38,7	»	4,0

Ces résultats montrent, tout d'abord, que la fécule, rendue soluble par un court chauffage à 150°, rétrograde comme les empois faits à 100° ou à 120°. Ils font voir, en outre, que les amidons artificiels rétrogradent tous sous l'influence du temps à la température ordinaire. Cette transformation, presque instantanée avec l'échantillon A, est d'autant plus rapide que les amidons employés sont eux-mêmes plus insolubles; dans tous les cas elle se produit plus vite qu'avec la fécule ordinaire : la différence est déjà remarquable si l'on compare celle-ci à l'échantillon C qui, cependant, ainsi que nous l'avons déjà dit, est entièrement soluble à 100°. Il y a là une particularité sur laquelle nous pensons revenir plus tard.

Cette rétrogradation est la cause du trouble qui se produit avec le temps dans toutes les dissolutions d'amidons solubles, quelle qu'en soit l'origine et quel qu'ait été leur mode de préparation.

2. *Rétrogradation sous l'influence des acides et des bases.* — Les expériences ont porté sur des solutions à 4 pour 100 d'un amidon artificiel très soluble (dérivé de la fécule), que l'on a saccharifiées à fond à 56°, soit immédiatement, soit après avoir été préalablement conservées 5 jours à 0°. Certains échantillons ont été additionnés de

doses variables d'acide sulfurique ou de potasse, puis saturés très exactement au moment où ils ont été traités par le malt.

		Amylocellulose pour 100 de matière amylacée.
Solution fraîche		0,00
Solutions conservées 5 jours à 0°	normale	3,35
	à 0,1 pour 100 de SO^4H^2	6,35
	à 1,0 »	6,35
	à 0,02 pour 100 de KOH	6,80
	à 0,1 »	5,55
	à 1,0 »	0,30

Comme on le voit, les conditions optima de la rétrogradation sont une acidité relativement forte (1 pour 100 de SO^4H^2), ou bien une alcalinité très faible (0,02 pour 100 de KOH) : ce sont exactement celles qui ont été reconnues favorables par M. Maquenne pour l'empois de fécule préparé à 120° (1).

3. *Influence de la chaleur sur la rétrogradation.* — La rétrogradation des solutions d'amidons artificiels conservées à froid étant établie, nous avons recherché à quelle température elle cesse de se produire et constaté qu'après plusieurs jours à 100° les liqueurs restent claires et entièrement saccharifiables, mais qu'à 60° il se produit lentement un léger précipité. A ce point de vue encore les amidons artificiels se comportent donc comme les empois de fécule ordinaire, qui ne rétrogradent pas à chaud.

A basse température les solutions d'amidons artificiels rétrogradent très vite, comme on l'a vu, mais le précipité qui se forme ainsi et qui résiste à la saccharification présente un caractère intéressant : il ne peut être redissous qu'à une température qui est celle à laquelle le produit initial était lui-même soluble. Ainsi, en refroidissant à 10°, pendant un instant seulement, une solution d'un amidon artificiel soluble à 150°, on obtient un précipité, insaccharifiable, qui ne se redissout plus qu'à cette même température de 150°; et cependant la même solution serait restée limpide si on l'avait ramenée et maintenue à 100° sans autre refroidissement.

La même remarque s'applique aux résidus de saccharification que fournissent les empois de fécule rétrogradés.

La fécule se comporte donc comme un amidon artificiel qui ne se dissoudrait qu'à 150°; d'ailleurs elle ne donne de solutions vraies qu'à cette température.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. II, p. 109.

Conclusions. — I. La rétrogradation est une propriété commune à toutes les formes bleuissant par l'iode, naturelles ou artificielles, de la matière amylacée : elle est plus rapide chez ces dernières que chez les autres.

II. Le produit résultant de la rétrogradation ne se dissout qu'à la température à laquelle l'amidon primitif, artificiel ou naturel, était lui-même soluble et devient ainsi saccharifiable : il a les mêmes propriétés que lui; la rétrogradation est donc bien un retour à l'état initial, ainsi que M. Maquenne l'a admis pour la première fois.

Nous nous proposons de revenir sur les conséquences que comportent ces conclusions.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la fonction éthylénique dans une molécule active*. Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. A. Haller.

L'exaltation du pouvoir rotatoire sous l'influence de la double liaison a été mise en évidence par un certain nombre de savants, notamment par MM. Haller (¹), Walden, Eykmann, Zelinsky, Rupe, etc. Nous-même avons montré que le méthylène-camphre et l'éthylidène-camphre avaient un pouvoir rotatoire bien supérieur à leurs dérivés saturés correspondants (²). Dernièrement encore, nous constations que les *déviations permanentes* des succinate, maléate et fumarate de strychine étaient différentes et allaient en croissant depuis le succinate jusqu'au fumarate (³).

Nous nous sommes aperçu également que la déviation donnée par le crotonate de strychnine était plus élevée que celle du butyrate.

Nous avons voulu nous assurer s'il en était de même avec les éthers-sels actifs de ces mêmes acides. Pour cela, nous nous sommes adressé aux sels d'amyle et aux sels de bornyle.

Succinate, maléate, fumarate d'amyle. — Nous avons préparé ces éthers en faisant bouillir, au réfrigérant ascendant pendant 24 heures environ, une certaine quantité de ces acides avec un excès d'alcool amylique actif, donnant une déviation de

---

(¹) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 22. — *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788, 1222, 1613. — A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1370. — Eykmann, *Berichte*, t. XXIV, p. 1278. — Walden, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XX, p. 569. — Zelinsky, t. XXXIV, p. 3255. — Rupe, *Ann. der Chemie*, t. CCCXXVII, p. 157.

(²) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 751. — *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 577.

(³) Minguin, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 243.

$\alpha = -9^o$, sous une épaisseur de 20^{cm}; ou bien encore $\alpha = -1^o2'$ pour 2^g dissous dans 25^{cm^3} avec un tube de 20^{cm}.

Pouvoirs rotatoires.

	Sans dissolvant. Tube de 20^{cm}.	Point d'ébullition sous 2^{cm} de pression.
Succinate d'amyle	$\alpha = +9^o.0'$	175°
Maléate	$\alpha = +11.30$	160
Fumarate	$\alpha = +15.40$	173

Comme avec les sels de strychnine, la double liaison maléique exalte moins le pouvoir rotatoire que la double liaison fumarique.

Nous avons eu soin de saponifier ces éthers et de nous assurer que l'alcool amylique régénéré jouissait du même pouvoir rotatoire que l'alcool dont on était parti.

	2^g dissous dans 25^{cm^3} d'alcool absolu. Tube de 20^{cm}.
Alcool amylique dont on est parti	$\alpha = -1^o.2'$
» régénéré du succinate	$\alpha = -1.2$
» » du maléate	$\alpha = -1.0$
» » du fumarate	$\alpha = -1.0$

M. Walden donne, pour le succinate et le fumarate d'amyle qu'il a préparés autrefois, les nombres $\alpha = +3^o,61$, pour le succinate, et $\alpha = +5^o,75$, pour le fumarate; l'observation étant faite sous une épaisseur de 10^{cm} (1).

La différence entre nos résultats et ceux de M. Walden doit probablement être attribuée au mode de préparation employé par ce savant. On sait, en effet, que l'alcool amylique se racémise facilement en présence de HCl ou de H^2SO^4.

Butyrate et crotonate d'amyle. — Ces éthers ont été préparés comme les précédents.

Pouvoirs rotatoires.

	Sans dissolvant. Tube de 10^{cm}.	Point d'ébullition sous la pression ordinaire.
Butyrate d'amyle	$\alpha = +2^o46'$	172°
Crotonate d'amyle	$\alpha = +3^o30'$	180°

Ces nombres se rapprochent sensiblement de ceux de M. Walden (2) et de celui de M. Guye pour le butyrate (3).

(1) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XX, p. 575.
(2) *Ibid.*, t. XX, p. 574.
(3) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1111.

L'alcool amylique régénéré de ces éthers a très sensiblement le même pouvoir rotatoire que l'alcool primitif :

	2g dissous dans 25cm³ d'alcool. Tube de 20cm.
Alcool amylique régénéré du butyrate.......	$\alpha = -0°56'$
» » du crotonate......	$\alpha = -0°56'$

Succinate et fumarate de bornyle (— α). — Pour préparer le fumarate de bornyle, nous avons suivi le processus indiqué par M. Haller à propos du succinate (¹) :

	0g,392 dans 25cm³ d'alcool. Tube de 20cm.
Succinate de bornyle fondant à 83°..........	$\alpha = -1°22'$
Fumarate de bornyle fondant à 102°-105°....	$\alpha = -1°42'$

Nous n'avons pas pu préparer le maléate; il s'est toujours transformé en fumarate dans les conditions de l'expérience.

Butyrate et crotonate de bornyle (— α). — Nous avons obtenu ces deux composés en chauffant, dans des matras à la température de 150°, chacun de ces acides avec la quantité équimoléculaire de bornéol (²) :

	Points d'ébullition.	1g,40 dans 25cm³ d'alcool. Tube de 20cm.
Butyrate de bornyle...	247° pression ordinaire	$\alpha = -4°30'$
Crotonate...........	173° 19mm de pression	$\alpha = -4°44'$

Il est évident que les liquides sans dissolvant auraient donné des différences beaucoup plus appréciables.

ZOOLOGIE. — *La constitution de l'arête ligamentaire et l'évolution du ligament chez les Acéphales actuels analogues aux Rudistes* (Ætheriidæ). Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. E. Perrier.

Ainsi que je l'ai dit dans une précédente Note (³), chez les Acéphales dimyaires fixés en position pleurothétique (*Dimyidæ, Chamidæ, Myochamidæ, Chamostreidæ, Ætheriidæ, Rudistæ, Chondrodontidæ*), l'arrondissement entraîné par la fixation pleurothétique peut s'accomplir entre autres procédés, par enroulement (*Chamidæ*) ou par pseudo-plicature (*Ætheriidæ, Rudistæ*).

(¹) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 410.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 238.
(³) R. Anthony, *Archives de Zool. expérimentale*, 1904.

Ayant pu chez les Æthéries (*Ætheria plumbea* Feruss., *Ætheria Caillaudi* Feruss.) suivre le développement de la coquille depuis le début jusqu'à la forme adulte qui chez l'*Ætheria Caillaudi* Feruss., rappelle si bien les anciens Hippurites (¹) (voir la figure 2 de la Note citée), je me suis parfaitement rendu compte de la marche de ce processus d'arrondissement (pseudo-plicature) et de la formation de l'arête ligamentaire qu'elle entraîne ainsi que des modifications consécutives du ligament.

La coquille des Æthéries ci-dessus désignées est avant la fixation en tout semblable à un petit Unionidé et plus spécialement, en raison de son absence de dents, à une petite Anodonte (²). Comme l'Anodonte, elle est nacrée, verdâtre, allongée d'avant en arrière. Au moment où elle a atteint 2^{mm} ou 3^{mm} de long elle se fixe, indistinctement



Le ligament (coupe sagittale) chez l'*Unio Pictorum*, chez l'*Ætheria Caillaudi* Feruss. de 5^{mm} (individu récemment fixé), chez l'*Ætheria Caillaudi* Feruss. adulte. Les parties fibreuses du ligament sont en noir plein; à lire de haut en bas.

par l'une où l'autre valve, mais toujours à la fois par la partie antérieure et la partie postérieure de cette valve, et non pas comme chez les *Chamostrea* et certaines chames par la partie antérieure seulement.

Aussitôt la fixation produite l'animal commence à s'arrondir. Pour cela, les zones d'accroissement de la coquille que le manteau sécrète, comme l'on sait, dans toute la région de la valve ne donnant pas insertion au ligament, commencent peu à peu à

(¹) R. Anthony, *Organisation et Morphogénie* (*Comptes rendus*, 1904).

(²) Au point de vue des affinités les *Ætheriidæ* doivent être incontestablement rattachés aux *Unionidæ*.

remonter dorsalement par rapport à ce dernier. Lorsqu'un certain nombre de couches se sont produites il existe en la région dorsale un véritable pli en forme d'éperon au fond duquel se trouve l'extrémité postérieure du ligament. Ce dernier qui, comme l'on sait, croît chez les Lamellibranches d'avant en arrière, trouve donc postérieurement un obstacle à son allongement; sa partie fibreuse dorsale, ou ne s'allonge plus du tout ou parvient péniblement à contourner la plicature; sa partie élastique, gênée également dans son développement antéro-postérieur repousse d'une part en avant le bord cardinal de la coquille qui s'incurve, d'autre part en arrière le ligament fibreux dorsal qui se rompt se détachant de son point d'origine.

On arrive ainsi à la disposition du ligament des *Æthéries* adultes (voir la figure). Leur bord cardinal présente alors d'arrière en avant : 1° un repli profond (l'arête ligamentaire) qui répond à la plicature et au fond duquel s'insère le ligament fibreux dorsal; 2° une concavité qui loge le ligament élastique; 3° une convexité légère répondant aux parties ventrale et umbonale du ligament. Chez les formes à longs talons comme l'*Ætheria Caillaudi* Feruss. le repli devient un sillon, la concavité une gouttière et la convexité un léger bourrelet le long desquels se développent les parties ligamentaires précitées (voir la figure 2 de la Note citée dans les *Comptes rendus* de 1904).

Ces trois parties du ligament sont au niveau du plan sagittal respectivement en connexion les unes avec les autres, la partie fibreuse dorsale affectant la forme d'un triangle à surface courbe dont deux des bords confinent aux replis ligamentaires des valves et l'autre, l'antérieur, est libre. La figure rend compte de l'évolution ontogénique normale du ligament chez les *Ætheriidœ*.

La convergence manifeste de ces animaux vers le type des Rudistes autorise à considérer que l'arête ligamentaire de ces derniers, pour la production de laquelle on doit invoquer les mêmes causes, a dû se développer d'une façon vraisemblablement analogue.

BOTANIQUE. — *La mitose heterotypique chez les Ascomycètes.* Note de M. René Maire, présentée par M. Guignard.

Dans une Note du 9 novembre 1903, nous avions étudié la cytologie d'une Pézize, le *Galactinia succosa*, et décrit sommairement les mitoses de l'asque, où nous avions signalé l'existence de protochromosomes, granulations chromatiques assez nombreuses qui se forment à la prophase de la première division et se réunissent à la métaphase en quatre éléments de

plaque équatoriale. Une étude plus approfondie de la première mitose de l'asque nous a permis d'élucider la signification de ces protochromosomes et de reconnaître un certain nombre de caractères spéciaux de cette division.

Le noyau secondaire de l'asque, au moment de son maximum de taille, présente des filaments chromatiques longs, fins et entremêlés, qui proviennent de ceux qui lui ont été apportés par les deux noyaux primaires lors de la karyogamie qui a lieu dans le jeune asque.

Un peu plus tard, ces filaments s'accolent et se fusionnent deux à deux, sans qu'il nous ait été possible de constater si cet accolement résultait d'un reploiement du même filament ou de l'union de deux filaments différents. En même temps les filaments chromatiques se portent sur un côté du noyau, puis se *ramassent* en une pelote serrée. Cette pelote subit une désintégration en granulations chromatiques, les protochromosomes, qui se réunissent au moment de l'apparition du centrosome et de son aster intranucléaire, en quatre éléments de plaque équatoriale.

Ces quatre éléments présentent une scission longitudinale manifeste : leurs deux moitiés se séparent à la métaphase, puis *subissent une nouvelle scission longitudinale*. Cette scission est le plus souvent complète, de sorte qu'à l'anaphase on peut compter près de chaque pôle huit éléments chromatiques; mais d'autres fois elle se fait irrégulièrement, ce qui amène des différences de nombre entre les éléments de deux agglomérations polaires appartenant à la même mitose.

A la prophase de la deuxième division, *on voit réapparaître huit éléments chromatiques qui se réunissent deux à deux en quatre éléments de plaque équatoriale* à la métaphase. Les deux parties de chaque élément de plaque équatoriale se séparent bientôt pour se rendre aux pôles opposés du fuseau. On peut compter à l'anaphase de la seconde division quatre chromosomes près de chaque pôle.

La première division est donc précédée d'un *synapsis* assez semblable à celui décrit par Strasburger dans le *Thalictrum purpuraxens*, et les protochromosomes doivent être interprétés comme correspondant à des amas irréguliers des corps constituants des chromosomes nommés par Strasburger *gamosomes*. Ce caractère, joint à ceux de la scission longitudinale préexistant à la métaphase, et de la seconde scission longitudinale à la métaphase, scission qui ici est souvent complète tandis qu'elle reste le plus souvent incomplète chez les Phanérogames, montre que la première mitose de l'asque est une mitose hétérotypique analogue à celles de la plupart des *gonotocontes* végétaux.

De même la seconde mitose, qui présente dès la prophase ses chromosomes-fils séparés, présente les caractères d'une mitose homotypique.

A la troisième division, au contraire, le spirème se scinde directement en

quatre chromosomes qui ne se divisent qu'à la métaphase; cette troisième division est donc une mitose typique.

Nous avons constaté dans quelques autres Ascomycètes des phénomènes analogues, avec quelques légères différences de détail, mais c'est dans le *Galactinia succosa* que nous avons pu observer la série la plus complète.

La constatation du caractère hétérotypique de la première mitose de l'asque est un argument de plus en faveur de l'hypothèse qui admet l'existence d'une réduction numérique des chromosomes immédiatement après la karyogamie qui se produit dans cet organe. Cette hypothèse s'appuie d'autre part sur les numérations de chromosomes de Harper et de Dangeard. Dans le *Pyronema confluens*, ces deux auteurs sont d'accord pour compter le même nombre de chromosomes dans les mitoses de l'asque et dans celles des cellules sous-jacentes. Il faut dire toutefois qu'aucun de ces auteurs n'est absolument affirmatif, et que pour l'un le nombre des chromosomes est de 10, tandis qu'il est de 4 pour le second. Guilliermond a essayé sans succès une pareille comparaison chez *Humaria rutilans*. Nous avons obtenu quelques belles images de mitoses conjuguées dans les hyphes ascogènes de *Galactinia succosa*, mais malheureusement elles se rapportaient toutes à un stade avancé de l'anaphase, où la numération des chromosomes n'est plus possible.

Ajoutons, pour terminer, que dans les mitoses de *Galactinia* on peut constater facilement la formation indépendante des centrosomes et du fuseau d'une part, des irradiations polaires de l'autre; la figure achromatique y a très nettement une double origine.

GÉOLOGIE. — *Sur le rôle possible des charriages en métallogénie.* Note de M. **L. De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

On ne semble pas avoir songé jusqu'ici à tirer des notions nouvellement acquises en tectonique les conséquences qu'elles entraînent pour la formation des gîtes métallifères et l'on persiste un peu trop à envisager chacun de ces gîtes en lui-même sans lui restituer sa place réelle dans un ensemble de faits tectoniques et pétrographiques qui doivent garder leur solidarité réciproque et sans essayer de se retracer la position qu'occupaient, dans la profondeur des terrains, au moment de leur cristallisation, les minerais aujourd'hui amenés par l'érosion au voisinage de la superficie.

J'ai déjà fait une première application de cette idée en introduisant la notion de profondeur originelle comme une des explications du type régional [1]; je voudrais montrer également le rôle que l'on peut attribuer, en métallogénie, aux charriages, en m'appuyant sur un exemple particulier.

La notion des charriages, c'est-à-dire en réalité des plis couchés étendus à de grandes distances, a pris récemment une extension qu'on ne lui soupçonnait pas d'abord. Il arrive, dès lors, que l'on connaît des exemples de plus en plus nombreux de gîtes métallifères englobés dans ces lames de terrains, que les hypothèses actuelles conduisent à imaginer charriées. Quand un tel cas se présente, on peut faire deux suppositions : ou bien admettre que la formation du gîte est antérieure au charriage, ou la regarder comme postérieure. Si le gîte est antérieur au mouvement, il est évident qu'un fragment de filon, emporté ainsi plus ou moins loin de son origine primitive, doit apparaître brusquement coupé à la base de la nappe charriée et ne présente, dès lors, aucune continuité profonde; s'il est postérieur, le gisement reste, au contraire, continu comme si aucun déplacement horizontal n'avait eu lieu. Pratiquement, on voit donc combien la conclusion a d'importance, puisque d'elle dépend la continuité industrielle du gîte. Théoriquement, les relations d'un gîte métallifère avec une partie charriée peuvent apporter plus d'un enseignement sur l'âge relatif ou même absolu des deux phénomènes. Il serait donc intéressant de grouper les faits qui peuvent se rapporter à cet ordre d'idées et qui ont dû être mal interprétés autrefois; il faudrait notamment reprendre, avec cette lumière nouvelle, certains cas où divers filons d'une région semblent s'arrêter à une même profondeur. Le travail est trop vaste et les documents trop imparfaits pour que j'aie pu encore l'attaquer dans son ensemble.

Je me contenterai donc de citer une zone très métallisée, que l'on suppose aujourd'hui charriée; c'est la bande est-ouest des Alpes orientales, qui s'étend au nord du massif cristallin des Tauern, d'Innsbruck, à Schwaz, Kleinkogel, Brixlegg, Kitzbüchel, Léogang, Schladming, Eisenerz, etc. Les gisements y sont, pour la plupart, des imprégnations interstratifiées à sulfures de fer, cuivre ou nickel, c'est-à-dire à minerais qui semblent en principe directement dérivés des roches basiques dans la profondeur. Même si l'on admet, comme diverses considérations le font supposer, que ces métallisations soient d'âge tertiaire, il y a des chances pour qu'elles soient antérieures à la

[1] *La Science géologique*, 1905, p. 621.

mise en place, ayant été connexes des premiers plissements, dont le charriage paraît être, au contraire, le dernier terme.

Un cas plus net et tout à fait différent est celui de Monte Catini, en Toscane, où les minerais de cuivre sont dispersés dans une sorte de salbande argileuse passant à un conglomérat, à la base d'une roche verte dont ils dérivent et à son contact avec le terrain éocène, sur lequel cette diabase paraît avoir été mécaniquement déplacée. Avec les anciennes théories, où l'on prenait les gîtes métallifères dans leur état actuel sans faire intervenir ni altération oxydante ni encore bien moins un déplacement analogue à ceux dont il s'agit ici, ce gisement était à peu près incompréhensible. Il me semble, au contraire, que toutes les observations faites sur place se coordonnent bien quand on suppose, après la cristallisation primitive, un transport (qui n'a pas besoin d'avoir été bien long) suivi d'une altération.

Les minerais, composés de pyrite un peu cuivreuse ou de chalcopyrite, auraient alors formé d'abord, au contact immédiat de la diabase ou dans sa masse même, un gîte de ségrégation avec départ peu accentué par fumerolles sulfurées, comme c'est un cas si fréquent pour les pyrites de Scandinavie.

Puis, il y aurait eu déplacement de la roche verte et de son gîte métallifère de contact, avec production d'une salbande horizontale, formée de débris des roches voisines (diabase, euphotide et serpentine) et dissémination connexe du minerai en boules, en galets, en granules, qui portent très fréquemment des stries à leur surface. Enfin, l'introduction des eaux oxydantes superficielles, particulièrement facile dans cette masse inhomogène et bréchiforme intercalée entre une roche basique et un calcaire éocène, aurait exercé sur les minerais une action de cémentation, qui, trouvant des nodules de pyrite cuivreuse déjà mécaniquement préparés et morcelés, y aurait amené la répartition actuelle du cuivre par zones d'enrichissement concentriques, analogue à celle que réalise un grillage oxydant industriel. Quand les réactions sont inachevées, on trouve ainsi, d'ordinaire, à Monte Catini des boules renfermant au centre de la chalcopyrite, au dehors de la phillipsite recouverte d'oxyde de fer. Diverses observations, et notamment la modification progressive du minerai moyen en profondeur, semblent confirmer ces hypothèses.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de schistes à graptolithes, à Haci-El-Khenig (Sahara central).* Note de M. **G.-B.-M. Flamand.**

La présence du terrain silurien n'a été jusqu'à ce jour que soupçonnée dans le Sahara et dans l'Afrique du Nord, aucune découverte de fossiles n'étant venue confirmer les attributions hypothétiques que l'on avait pu faire çà et là; il en est encore particulièrement ainsi en ce qui concerne les pénéplaines et les massifs schisteux qui, vers le sud, succèdent aux grands escarpements gréseux dévoniens des *tassilis* de l'Ahenet, du Monydir et des Azdger et leur servent de substratum; mais, en tout cas, il pa-

raissait improbable que la présence du silurien dût être signalée *au nord* de ces mêmes plateaux.

Au cours de l'été 1902, M. le chef de bataillon Cauvet, commandant supérieur de Touggourt, bien connu par ses recherches d'hydrologie appliquée dans le Sahara des Chaânba-Mouadhi, m'annonçait un envoi de roches provenant de la région méridionale du Tidikelt, auxquelles étaient joints les échantillons recueillis et rapportés par M. le capitaine Cottenest, au cours de son raid si remarquable au pays des Ahoggar (1).

Parmi les roches que cet envoi contenait : roches cristallophylliennes (gneiss amphiboliques d'Aceksem, micaschistes, etc.) se montraient plusieurs échantillons de *schistes argileux à empreintes fossiles* sur lesquels j'ai l'honneur d'appeler aujourd'hui l'attention de l'Académie.

Je dois à l'extrême obligeance de M. le capitaine Cottenest les renseignements ci-joints concernant cet important gisement. Je suis heureux de l'en remercier ici publiquement.

Les schistes argileux gris et rosés d'El-Khenig (ou mieux argiles schisteuses légèrement micacées) sont éminemment fissiles; découpés en plaquettes parallélépipédiques, ils présentent sur chacun des feuillets que l'on peut très facilement détacher de la masse de très nombreuses empreintes de *graptolithes* dans l'état de conservation le plus habituel à ce genre de fossiles.

Les *schistes argileux à graptolithes* se montrent à environ 110^{km} sud-est d'In-Salah (Tidikelt) dans la vallée de l'Oued el-Botha, à 400^{m} au sud-est du puits (Haci) d'El-Khenig et, sensiblement au confluent de l'Oued Ag-Maâmmar, ils constituent, en ce point, une petite gara d'argiles multicolores (campement de M. le capitaine Cottenest, du 26 mars 1902).

Ces empreintes sont assez souvent dessinées en creux sans qu'une substance étrangère les remplisse; la *Gumbélite* ou les particules charbonneuses qui constituent ordinairement la matière de celles-ci dans les gisements classiques sont ici remplacées par un silicate aluminoferrugineux qui, en quelques cas, est réduit à un simple enduit ferrugineux. Lithologiquement ces *schistes à graptolithes* du Sahara central se rapprochent plutôt des types de roches des gisements espagnols (Barcelone) que des schistes ampéliteux de l'Europe centrale.

(1) Cet envoi fut malheureusement égaré un long temps et je viens seulement, il y a quelques jours, de le recevoir, grâce aux soins de M. le lieutenant-colonel Laquière, directeur des affaires indigènes de la division d'Alger.

A quelques exceptions près, les espèces qui s'y montrent appartiennent au groupe des *Diplograptidés* de Lapworth; on y relève : une forme, la plus commune, très voisine de *Diplograptus palmeus* Barr. à hydrosome de longueur assez variable et pouvant atteindre 22^{mm} sur certains exemplaires; elle est en moyenne de 9^{mm} à 10^{mm}, la largeur n'excédant jamais (extrémités des hydrothèques opposés) $3^{mm},5$. Canaux souvent visibles, cellules disposées suivant deux rangées opposées et alternantes, forme générale lancéolée, plus rarement l'extrémité distale porte des prolongements extérieurs de l'axe; l'extrémité proximale assez rapidement ogivale. Le *Diplograptus* cf. *palmeus* Barr. se montre en un grand nombre d'exemplaires parmi les plaquettes schisteuses d'El-Khenig.

Diplograptus, sp. ind. — Quelques-uns, parmi les précédents, présentent, avec une forme générale identique, à la largeur près qui est plus développée, des hydrothèques terminés par des prolongements épineux relativement longs (largeur totale : trois fois celle du *D. palmeus* Barr.).

Diplograptus aff. foliaceus Murch, de taille plus petite que les précédents.

Un exemplaire pourrait aussi être rapproché d'une espèce du genre *Climacograptus* (?) *Clim. aff. typicalis* Hall par la forme nettement rectangulaire de la silhouette des hydrothèques, disposés sur deux rangées opposées, sur un espace relativement assez long (ou mieux encore du *Climacograptus confertus* Lapw. (Cf. *Quart. Journ. geol. Soc.*, pl. XXXIV, fig. 4_b, 4_d, 4_f et p. 631-672, p. 652), ce qui le différencierait du genre *Dicranograptus*.

On trouve encore, parmi les *graptolithes* d'El-Khenig, quelques rares exemplaires dont la silhouette un peu effacée ne présente qu'une seule rangée de cellules; ils paraissent appartenir aux *Monoprionidés* et se rapprocheraient plus particulièrement de *Monograptus aff. priodon* Barr.; mais leur détermination reste un peu douteuse.

Cette faune remarquable de *graptolithes* caractéristique du *Silurien* établit donc définitivement la présence des assises de ce système dans le Sahara central; le grand développement des individus du genre *Diplograptus* et leur association avec quelques exemplaires de *Monoprionidés* pourraient peut-être faire considérer le niveau d'Haci-El-Khenig comme bien voisin des quatrième et cinquième zones à *graptolithes* (*Ordovicien* supérieur, *Gotlandien* inférieur), mais toutefois avec certaines réserves (présence du genre *Climacograptus?*).

Cette importante découverte vient combler une des lacunes qui existaient dans nos connaissances sur la constitution des formations primaires du Sahara central. Elle vient, en outre, montrer qu'*au nord des tassilis* (Monydir) le prolongement général des couches sud-nord est, par place, interrompu et que par relèvement (faille ou anticlinal), le substratum *immédiat* des assises dévoniennes apparaît dans cette direction; elle vient, enfin, encore appuyer manifestement ce que j'avançais na-

guère ([1]) au sujet des conditions générales et de l'hydrologie du Tidikelt et, en particulier, du mode d'alimentation du Feggaguir.

On ne saurait trop se montrer reconnaissant envers M. le capitaine Cottenest auquel la Science est redevable de cette belle découverte.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Carbonifère moyen et supérieur dans le Sahara.* Note de M. **Emile Haug**, présentée par M. de Lapparent.

La présence de terrains carbonifères dans le Sahara algérien fut indiquée pour la première fois d'une manière certaine par M. Foureau ([2]), en 1894. Les déterminations préliminaires faites par mon regretté prédécesseur Munier-Chalmas conduisirent tout d'abord à l'attribution de ces terrains au Carbonifère inférieur ou Dinantien, étage dont l'existence fut reconnue plus tard dans le Tidikelt et dans la région de Figuig par divers géologues. Une étude approfondie des matériaux recueillis par M. Foureau m'a amené à ranger les grès et calcaires carbonifères de l'erg d'Issaouan dans le Moscovien et dans l'Ouralien, c'est-à-dire dans les étages moyen et supérieur du système carbonifère.

Le substratum de cette série est constitué, dans toute la région traversée par M. Foureau en 1894 et 1895, par des grès siliceux assez puissants, qui possèdent une grande extension dans le Tassili des Azdjer, et que leurs fossiles font attribuer au Dévonien inférieur.

Le Carbonifère débute par des grès très analogues, à concrétions ferrugineuses, qui sont assez riches en empreintes végétales, en particulier sur les berges de l'oued Assekkifaf. Les plus communes appartiennent au genre *Lepidodendron,* représenté par tous ses états de décortication successifs, pour lesquels les anciens auteurs avaient créé les genres *Bergeria, Aspidiaria, Knorria,* etc. La plupart de ces restes sont spécifiquement indéterminables, mais une des empreintes permet de reconnaître sur une partie de sa surface une forme de coussinets foliaires caractéristique d'espèces westphaliennes, telles que *Lepidodendron lycopodioides* Sternb. ou *Lepidodendron*

([1]) G.-B.-M. Flamand, *La Géographie,* Mission au Tidikelt, n° 5, t. I, mai 1900. — *Une mission d'exploration au Tidikelt* (*Annales de Géographie*, t. XX, mai 1900, p. 241-242). — *Sur le régime hydrographique du Tidikelt* (*Archipel touatien*) (*Comptes rendus*, 21 juillet 1902). — *Bulletin du Comité de l'Afrique française,* février 1904, *Supplément,* p. 69. — *Ibid*, mars 1905.

([2]) F. Foureau, *Sur la présence du terrain carbonifère dans le Sahara* (*Comptes rendus,* t. CXIX, 1er octobre 1894, p. 576-579, 1 fig.).

obovatum Sternb., et bien différente de celle que l'on observe chez *Lepidodendron. Veltheimianum* Sternb., du Dinantien. Une autre empreinte a été reconnue par M. Zeiller comme appartenant vraisemblablement au genre *Omphalophloios* White, et assez voisine d'*O. anglicus* (Sternb.) Kidston, des *Upper Coal Measures* d'Angleterre. Ce type est entièrement inconnu dans le Carbonifère inférieur.

Il convient donc d'attribuer au Westphalien ou Moscovien les grès à *Lepidodendron* de l'erg d'Issaouan et il est dès lors impossible de placer dans le Dinantien les couches calcaires qui leur sont superposées.

Des calcaires rouges spathiques et des calcaires gris en plaquettes reposent, d'après M. Foureau, directement sur les grès à *Lepidodendron*. J'y ai reconnu les espèces suivantes : *Productus longispinus* Sow., *Pr. semireticulatus* Mart., *Spirifer rectangulus* Kutorga, *Sp.* cf. *triangularis* Mart., *Syringothyris* aff. *cuspidatus* Mart. Il est en outre fort probable que les beaux échantillons de *Rhipidomella Michelini* (Lév.) Œhl., avec leurs impressions musculaires et ovariennes admirablement conservées, que M. Foureau a recueillies dans l'erg d'Issaouan, proviennent des mêmes couches. Toutes ces espèces sont en quelque sorte banales dans le Carbonifère et n'indiquent aucun niveau précis, à l'exception toutefois de *Spirifer rectangulus* Kut., qui est une forme ouralienne. Par contre, à ma connaissance, le genre *Syringothyris* n'a encore été cité que dans le Dinantien. Si l'on considère les calcaires en plaquettes comme moscoviens, la contradiction entre ces deux données paléontologiques s'explique aisément et l'accord s'établit avec la détermination basée sur les végétaux des couches immédiatement sous-jacentes.

Je ne puis préciser la position stratigraphique de couches à Crinoïdes et à Zoanthaires, très développées dans l'erg d'Issaouan, car les échantillons rapportés par M. Foureau ne permettent aucune détermination spécifique.

En revanche, les calcaires à *Productus Cora* semblent bien occuper, dans la région, le sommet de la série carbonifère. Ils sont tantôt rouges, tantôt gris et forment, par places, une véritable lumachelle, dans laquelle on trouve, à côté des Brachiopodes, des Gastéropodes indéterminables et, fait assez inattendu, des *Clymenia*, malheureusement assez mal conservées. Les Brachiopodes appartiennent aux espèces suivantes : *Productus Cora* A. d'Orb., *Pr. lineatus* Waag., *Pr. gallatinensis* Girty, *Pr. inflatus* M'Chesney, *Camarophoria* cf. *Purdoni* Waag. Toutes ces espèces sont exclusivement ouraliennes, à l'exception de *Productus gallatinensis*, qui a été cité à la fois dans le Dinantien et dans l'Ouralien. Je n'hésite donc pas à placer les calcaires à *Productus* de l'Erg d'Issaouan dans l'Ouralien, c'est-à-dire dans le Carbonifère supérieur.

Il me paraît ainsi démontré que, dans le nord du Tassili, le Dévonien inférieur supporte directement une série carbonifère, comprenant le Moscovien et l'Ouralien, à l'exclusion du Dinantien. Le Moscovien y est transgressif, comme dans le Timan, comme dans l'Amérique arctique, dans l'Iowa, dans le Missouri et comme au Brésil. Dans les environs d'Igli et de Figuig, par contre, il semble que le Dévonien supérieur supporte en concordance le Carbonifère inférieur, comme par exemple dans l'Ardenne

belge. De plus, cette série est plissée, tandis que, plus au sud, les couches dévoniennes et carbonifères sont sensiblement horizontales.

La superposition directe du Moscovien aux grès du Dévonien inférieur semble d'ailleurs être un fait assez commun dans le Sahara, dès que l'on a quitté la zone des plissements hercyniens. On peut inférer des observations de Lenz qu'elle se retrouve dans le Sahara marocain, entre Foum-el-Hassan et les dunes d'Ighîdi. Overweg signale une série analogue entre Mourzouk et Ghât. Enfin, dans la Basse-Égypte et dans la presqu'île du Sinaï, les grès nubiens, dont la base est certainement dévonienne, supportent immédiatement des calcaires dont l'âge moscovien a été établi d'une manière certaine par Schellwien.

Nulle part jusqu'ici, dans tout cet immense espace, on n'a signalé la moindre trace de houille dans les terrains carbonifères. Il est malheureusement à peu près certain que le Sahara algérien n'est pas mieux partagé. En ce qui concerne l'Erg d'Issaouan on pouvait conserver l'espoir de rencontrer des terrains houillers au-dessus des calcaires à *Productus*, tant que ces calcaires étaient rangés dans le Carbonifère inférieur; mais aujourd'hui que leur attribution au Carbonifère moyen et supérieur ne fait plus de doute, il n'est plus guère permis de garder d'illusions au sujet de la possibilité de découvertes futures justifiant la construction d'un chemin de fer transsaharien à travers le Grand Erg.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo extraordinaire, observé à Paris.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Mascart.

Le 26 mars 1905, à l'Observatoire de Montsouris, j'ai pu observer, du commencement à la fin, un halo qui a présenté plusieurs particularités remarquables. Voici, dans l'ordre de leur apparition, les phénomènes constatés :

A 5^h du soir, le sommet du cercle de 22°, large et vivement coloré, se montre pendant quelques minutes dans des *cirrus* qui envahissent le ciel.

A 5^h5^m, les parhélies ordinaires, assez pâles, sont visibles un moment.

A 5^h20^m, le parhélie de droite reparaît seul, avec un éclat assez vif. Une mesure approximative me donne pour sa distance au Soleil : 23°; l'écart entre cette valeur et celle qu'indique la théorie reste dans les limites de l'erreur possible.

Bien que l'heure soit trop avancée pour que l'arc circumzénithal puisse normalement

se montrer, je surveille attentivement le ciel entre le Soleil et le zénith. J'ai bientôt lieu de m'en féliciter, car, à $5^h 28^m$, je vois se dessiner un arc irisé pâle, mais très distinct, tout à fait semblable à un arc circumzénithal de faible longueur. Au moyen d'un instrument que je décrirai plus loin, je mesure la hauteur de cet arc au-dessus de l'horizon. Je la trouve de 59°.

Le Soleil est à 8°, ainsi que le parhélie de droite, toujours visible. La distance de l'arc au Soleil est donc de 51°. Ce ne peut être le véritable arc circumzénithal, qui se forme, comme on sait, à 46° du Soleil. Pendant la durée de visibilité du phénomène, qui n'a pas dépassé une minute, j'ai répété plusieurs fois la mesure de la hauteur de l'arc irisé, que j'ai toujours trouvée de 59°.

Vers $5^h 30$, je revois à plusieurs reprises une coloration à 59°-58° de hauteur.

A $5^h 34$, une tache irisée assez vague, semblable au sommet du halo ordinaire, se montre à 34° de hauteur au-dessus de l'horizon, dans le vertical du Soleil; l'astre est à 6°. La distance de cette tache au Soleil est donc de 28° : c'est encore un phénomène anormal.

A $5^h 38$, une tache irisée analogue apparaît à 28°, le Soleil étant à 5°. C'est, cette fois, le vrai sommet du halo ordinaire.

A $5^h 44$, toute la partie supérieure de ce halo, assez brillante, se dessine. Hauteur du sommet : 27°. Hauteur du Soleil : 5°. Ce dernier phénomène se dissipe ensuite peu à peu. Quant au parhélie de droite, il s'est effacé déjà depuis un certain temps.

En somme, le halo qui vient d'être décrit a présenté, en outre du cercle ordinaire et des parhélies ordinaires de 22°, deux arcs irisés anormaux : l'un à 51° au-dessus du Soleil ayant l'aspect d'un arc circumzénithal, l'autre à 28° au-dessus du même astre, sous la forme d'une simple tache diffuse.

Les *cirrus* qui ont donné naissance à ces phénomènes venaient de W 21° N. Le rapport de leur hauteur à leur vitesse était de 163. Comme ils étaient très vraisemblablement à plus de 7000^m, leur vitesse devait être supérieure à 42^m par seconde.

L'instrument qui m'a servi à mesurer les hauteurs angulaires est constitué par un tube de verre de 8^{mm} de diamètre, quatre fois recourbé à angle droit, de manière à former un rectangle de 18^{cm} de base et de 21^{cm} de hauteur.

A l'intérieur de ce tube, dont les extrémités ont été soudées l'une à l'autre, on a enfermé une certaine quantité de mercure.

Pour mesurer la hauteur angulaire d'un point du ciel, on vise ce point au moyen de deux repères tracés sur les deux branches montantes de l'instrument, qu'on maintient dans un plan vertical. Il suffit alors de noter le niveau du mercure dans la branche la plus rapprochée de l'œil, relativement à une graduation gravée sur le verre.

Cet instrument fournit les hauteurs angulaires à moins d'un degré près. Il a l'avantage d'être très portatif et d'un emploi rapide. Il se prête, en outre, à l'observation de phénomènes très pâles, qui seraient invisibles dans le tube d'une lunette.

La hauteur de 8°, trouvée pour le Soleil à $5^h 28^m$, est confirmée par le calcul astronomique qui donne 7°56′ exactement.

M. I.-A. **Melnikov** adresse une Note sur un appareil destiné à expliquer *L'aurore boréale, le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique.*

M. A. **Leys** adresse une Note *Sur le mercuriacétate de résorcine mercurique et de phloroglucine triacétomercurique.*

M. H. **Pécheux** adresse une Note sur les *Résistivités de quelques alliages d'aluminium.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mars 1905.

(Suite.)

Anales de la Comision geodesica mexicana, formados bajo la direccion del ingeniero Angel Anguiano; Tomo I. Mexico, 1904; 1 vol. in-f°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; vol. LXI, part I, february 1905. Londres; 1 fasc. in-8°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky; vol. XXXIII, nos 4, 5; vol. XXXIV, nos 1, 2, 3. Prague, 1904-1905; 5 fasc. in-8°.

Naturæ novitates: Bibliographie neuer Erscheinungen aller Länder auf dem Gebiete der Naturgeschichte und der exacten Wissenschaften, herausgeg. v. R. Friedlænder u. Sohn; Jahrgang XXVII, 1905, n° 1-3. Berlin; 3 fasc. in-8°.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums, herausgeg. v. der Mährischen Museumsgesellschaft; Bd. V, Heft 1. Brunn, 1905; 1 fasc. in-8°.

Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen. Derde Verzameling, Diel VI, Eerste Stuk. Haarlem, 1905; 1 fasc. in-4°.

The british Journal of children's diseases, edited by George Carpenter; vol. II, n° 1, january 1905. Londres, Adlard et fils; 1 fasc. in-8°.

The Thompson Yates and Johnston Laboratories Report; vol. VI, part I, january 1905. Londres, Williams et Norgate; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. XI, Supplément. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 vol. in-4°.

Censo y division territorial de los Estados de Nuevo Leone, Tamaulipas, Tabasco, y de los Estados del Norte. Mexico, 1904; 4 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mars 1905.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1907, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Carte de l'éclipse totale de Soleil des 29 *et* 30 *août* 1905; *lieu des points d'où l'on peut en observer les phases;* Carte dressée sous la direction du Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présentée par M. Lippmann.)

M. W. Waldeyer, Correspondant de l'Institut, fait hommage à l'Académie des trois Opuscules suivants :

Wilhelm His, Nekrolog, von W. Waldeyer. Leipzig, Georg Thieme, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bemerkungen über Gruben, Kanäle und einige andere Besonderheiten am Körper des Grundbeins (*os basilaire*), von W. Waldeyer. Leipzig, 1904; 1 fasc. in-8°.

Bemerkungen über das « Tibiale externum », von W. Waldeyer. Berlin, 1904; 1 fasc. in-8°.

Neuf feuilles de diverses Cartes publiées par le Service géographique de l'Armée :

France, au $\frac{1}{200000}$, n° 5 *bis : Aix-la-Chapelle.*
Tunisie, au $\frac{1}{100000}$: n° 47, *Kasserine;* n° 54, *Sidi-Ali-Ben-Aoun;* n° 57, *El-Aguareb.*
Algérie, au $\frac{1}{800000}$ (*Extrême Sud d'*), feuilles 1-4.
Algérie, au $\frac{1}{200000}$: n° 66, *Aïne-Mahdi.*

M. Charles Janet fait hommage des trois Opuscules suivants :

Observations sur les Guêpes. Paris, C. Naud, 1903; 1 fasc. in-8°.

Description du matériel d'une petite installation scientifique; 1re partie. Limoges, Ducourtieux et Gout; 1903; 1 fasc. in-8°.

Observations sur les Fourmis. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1904; 1 fasc. in-8°.

Le monde de Jupiter, par LUCIEN LIBERT. Rouen, Lecerf fils, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les cavernes et les cours d'eau souterrains du Mendip-Hills (Somerset, Angleterre); explorations de 1901-1904, par M. HERBERT-E. BLACH. (*Spelunca,* t. V, n° 39.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par M. MASCART, Directeur; année 1905, n° 1, janvier 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société française de Minéralogie; t. XXVIII, n° 1, janvier 1905. Paris, Ch. Béranger; 1 fasc. in-8°.

La Revue électrique, publiée sous la direction de M. J. BLONDIN; paraissant deux fois par mois; 2e année, t. III, n° 29, 15 mars 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Archives de Médecine navale, recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. LXXXIII, n° 1, janvier 1905; Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

L'Université de Paris, revue de la Vie universitaire. Organe mensuel de l'Association générale des Étudiants de Paris; XXe année, n° 1, janvier 1905. Paris, au siège de l'Association; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, pub. sous la direction de M. L. CORBIÈRE; t. XXXIV. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1904; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. VII, année 1904. Angers, Germain et G. Grassin, 1904; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 MARS 1905.

Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences; Conférence faite au Congrès des Sciences et Arts de l'Exposition de Saint-Louis (U. S. A.), le 21 septembre 1904, par M. ALFRED GIARD, Membre de l'Institut. Paris, Bureaux de la *Revue scientifique,* s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Une série de Cartes à diverses échelles de l'archipel Arctique américain qui est situé au nord de la baie de Baffin et au nord-ouest du Groënland entre 75° et 82° de latitude nord et 82° et 109° de longitude ouest de Paris, levées par le capitaine ISACHSEN, topographe de l'expédition Sverdrup, 1898-1902. Londres, New-York et Bombay, Longmans, Green et Cie, s. d.; 9 feuilles de divers formats. (Présentées par M. Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société nationale d'Agriculture de France, compte rendu mensuel; t. LXV, année 1905, n° 1. Paris, Philippe Renouard; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon, t. XXIII, 1904. Lyon, H. Georg; Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°.

Royal Institution of Great Britain. List of the Members, Officers and Professors, 1904. Londres, 1 fasc. in-8°.

Observations made at the Hongkong observatory in the year 1903, by W. Doberck, Director. Hongkong, Noronha et Cie, 1904; 1 fasc. in-4°.

Catalogue of right-ascensions of 2120 *southern stars for the epoch* 1900, *from observations made at the Hongkong observatory during the years* 1898 *to* 1904, by W. Doberck, Director. Appendix to *Observations made at the Hongkong observatory in* 1903. Hongkong, Noronha et Cie, 1905; 1 fasc. in-4°.

Kodaikanal observatory. Bulletin, n° 1, by C. Michie Smith, Director. Madras, Imprimerie du Gouvernement, 1905; 1 fasc in-4°.

Carta fotografica del Cielo, zona — 9°; nos 9, 18, 19, 24, 36, 37, 50, 58, 59, 67, 68, 71, 80, 89, 104, 150, 163 y 180; Observatorio de Marina de San Fernando. 18 feuilles in-plano.

Études des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises. II. *Résultats d'observations faites à bord des bateaux-phares néerlandais,* par J.-P. van der Stok. Utrecht, Kemink et fils, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bergens Museum. *Hydrographical and biological investigations in norwegian fiords,* by O. Nordgaard. *The Protistplankton and the Diatoms in the Bottom samples,* by E. Jorgensen, with 21 plates and 10 figures in the text. Bergen, John Grieg, 1905; 1 vol. in-f°.

Cleiocrinus, by Frank Springer, with one plate. (*Memoirs of the Mus. of compar. Zoölogy at Harvard College,* vol. XXV, n° 2.) Cambridge, U. S. A., 1905; 1 fasc. in-4°.

Faune entomologique de l'Afrique tropicale : Buprestides, par Ch. Kerremans. I. *Introduction. Julodines.* (*Annales du Musée du Congo,* série III : Zoologie, t. III, fasc. 1.) Bruxelles, Spineux et Cie, 1904; 1 fasc. in-f°.

L'arnia divisoria « Macchetto ». Biella, 1905; 1 fasc. in-12.

Campana del Acre. La lancha Iris, aventuras y peregrinaciones, por Arthur Posnansky, con 7 fotograbados. La Paz (Bolivie), 1904; 1 fasc. in-8°.

Bulletin du Musée océanographique de Monaco; nos 23-27. Monaco, au Musée océanographique, 1905; 5 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, 1905, n° 1. Copenhague; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Irish Academy; vol. XXV, section B : *Biological, geological and chemical Science;* numbers 1, 2. Dublin, 1905; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; vol. XXV, 1904. New-York, 1904; 1 vol. in-8°.

N° 14.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 3 avril 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Berthelot. — Sur l'emploi du tube chaud et froid dans l'étude des réactions chimiques ... 905

M. G. Bigourdan. — Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la Tour de l'Ouest) ... 914

M. Emile Picard. — Sur la dépendance entre les intégrales de différentielles totales de première et de seconde espèce d'une surface algébrique ... 915

MM. H. Deslandres et d'Azambuja. — Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression, et nouveaux spectres de bandes du carbone ... 917

M. Grand'Eury. — Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot. ... 920

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Gustave Lamare soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la construction d'une machine multiplicatrice rapide ». 923

CORRESPONDANCE

M. van't Hoff, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse des remerciments à l'Académie ... 924

M. le Secrétaire perpétuel signale : 1° une brochure de M. H. *Moissan* intitulée : « La Chimie minérale, ses relations avec les autres sciences »; 2° les premiers fascicules de la « Revista de Chimica pura e applicada » fondée par le professeur *A.-J. Ferreira da Silva* ... 924

M. Giacobini. — Sur la nouvelle comète Giacobini ... 924

M. E. Maubant. — Éléments provisoires de la comète Giacobini (1905, mars 26) ... 926

M. Francesco Severi. — Le théorème d'Abel sur les surfaces algébriques ... 926

M. Maxime Bocher. — Sur les équations différentielles linéaires du second ordre à solution périodique ... 928

M. E. Traynard. — Sur une surface hyperelliptique ... 931

MM. Eugène et François Cosserat. — Sur la dynamique du point et du corps invariable, dans le système énergétique ... 932

M. Albert Granger. — Sur les propriétés de l'anhydride tungstique comme colorant céramique ... 935

M. Billy. — Sur la préparation des hydrosulfites ... 936

M. V. Auger. — Sur l'acide acétyl-lactique. 938

M. G. Gustavson. — Sur les combinaisons des ferments chloraluminiques avec des hydrocarbures et le gaz chlorhydrique ... 940

M. Pierre Breteau. — Sur les hydrures de phénanthrène ... 942

M. E. Roux. — Sur la rétrogradation des amidons artificiels ... 943

M. J. Minguin. — Influence de la fonction éthylénique dans une molécule active ... 946

M. R. Anthony. — La constitution de l'arête ligamentaire et l'évolution du ligament chez les Acéphales actuels analogues aux Rudistes (*Ætheriidæ*) ... 948

M. René Maire. — La mitose hétérotypique chez les Ascomycètes ... 950

M. L. De Launay. — Sur le rôle possible des charriages en métallogénie ... 952

M. G.-B.-M. Flamand. — Sur l'existence de schistes à graptolithes, à Haci-El-Khenig (Sahara central) ... 954

M. Émile Haug. — Sur la présence du Carbonifère moyen et supérieur dans le Sahara ... 957

M. Louis Besson. — Sur un halo extraordinaire, observé à Paris ... 959

M. I.-A. Melnikov adresse une Note sur un appareil destiné à expliquer « L'aurore boréale, le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique » ... 961

M. A. Leys adresse une Note « Sur le mercuriacétate de résorcine mercurique et de phloroglucine triacétomercurique » ... 961

M. H. Pecheux adresse une Note sur les « Résistivités de quelques alliages d'aluminium » ... 961

Bulletin bibliographique ... 961

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 15 (10 Avril 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 AVRIL 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.* Note de M. **H. Deslandres.**

Dans une Note récente (*Comptes rendus,* t. CXL, p. 768, 20 mars 1905), M. Hansky décrit des expériences fort intéressantes faites, l'année dernière, au mont Blanc, pour photographier la couronne solaire.

Hansky s'est servi du grand réfracteur à deux verres, de $0^m,30$ d'ouverture, installé dans l'observatoire du sommet, qui reçoit la lumière des astres, réfléchie par un miroir plan argenté de $0^m,40$. La plaque photographique, sensible au rouge, est placée au foyer de l'objectif, recouverte par des écrans minces, colorés et combinés de manière à ne laisser passer que les rayons rouges extrêmes, au delà de la longueur d'onde 660. L'image du disque solaire, très brillante, est arrêtée par un écran circulaire en laiton noirci, superposé aux écrans précédents et un peu plus large que l'image.

Le négatif obtenu, après une pose variable de 30 secondes à 2 minutes, montre un halo uniforme autour du cercle en laiton. Pour tirer de cette épreuve la couronne, Hansky fait plusieurs positifs et négatifs successifs, de manière à augmenter les contrastes, et finalement s'arrête à une image reproduite dans les *Comptes rendus,* qu'il donne comme représentant avec une grande probabilité la couronne même du Soleil. Cette image montre des plages lumineuses, jusqu'à une distance égale au tiers du diamètre solaire et donc s'étend jusqu'à la couronne extérieure.

Cependant, le résultat ainsi présenté prête à la critique, d'autant que le dispositif expérimental employé n'est pas assurément le plus convenable pour le but à atteindre. Je suis conduit à présenter quelques remarques.

La photographie directe de la couronne solaire en dehors des éclipses est une question déjà ancienne, qui a suscité de nombreuses recherches. Le premier essai a été fait par sir Huggins en 1882, avec un miroir métallique et l'emploi exclusif des rayons violets [1]. Les images circumsolaires obtenues avaient les formes coronales observées dans les éclipses et, à de courts intervalles de temps, étaient semblables; mais leur origine solaire a été démentie par les expériences systématiques faites dans des stations de grande altitude et pendant l'éclipse de 1886.

J'ai fait moi-même en particulier quelques petits essais en 1893 avec des méthodes différentes; ces tentatives et l'étude théorique des conditions du problème m'ont conduit à la conclusion suivante (*Bulletin astronomique*, février 1894, p. 66, et *Observations de l'éclipse totale de* 1893, Gauthier-Villars, 1896, p. 72) : la recherche doit être tentée avec des rayons de longueur d'onde aussi grande que possible, rouges et surtout infra-rouges. Car, la lumière diffuse de notre atmosphère, qui est le principal obstacle, décroît à peu près en raison inverse de la quatrième puissance de la longueur d'onde. Si l'on représente par 1 la proportion de lumière solaire diffusée dans le violet extrême ($\lambda\, 0^{\mu},4$), la proportion tombe à $\frac{1}{16}$ dans le rouge extrême ($\lambda\, 0^{\mu},8$) et à $\frac{1}{256}$ et $\frac{1}{3796}$ pour les rayons infra-rouges ($\lambda\, 1^{\mu},6$ et $\lambda\, 3^{\mu},2$).

Dans cet ordre d'idées, la recherche de la couronne a été poursuivie, en 1895, par Hale, avec un bolomètre et l'ensemble des rayons solaires, puis, par moi-même, en 1900 et 1901, avec une pile thermo-électrique et les rayons infra-rouges voisins de $\lambda\, 1^{\mu},4$. Les résultats sont nuls, ou incertains, ou insuffisants : car les appareils employés, qui comportent un galvanomètre, ne peuvent donner, de toute façon, qu'une image très grossière de la couronne. D'autre part, les plaques photographiques, sensibles à l'infra-rouge, qui fourniraient une bonne solution, font défaut juqu'à présent.

C'est ainsi que Hansky, dans ses essais de l'année dernière, a dû se borner aux rayons rouges et à l'emploi des plaques du commerce sensibles à cette couleur. Mais l'emploi exclusif du rouge extrême est déjà un avantage; de plus, par le choix d'une station élevée, il a diminué fortement le principal obstacle qui est la lumière de notre Ciel.

Par contre, et c'est là le point sur lequel je veux insister, il n'a pas, à mon avis, cherché à réduire au minimum un autre obstacle important qui est la lumière diffuse de l'appareil.

---

(1) Les rayons violets ont été employés seuls, parce qu'ils avaient paru relativement plus intenses que les rayons des autres couleurs dans la couronne de l'éclipse de 1882.

Huggins, dans son premier travail, a signalé l'importance de la lumière parasite développée dans l'appareil; j'ai insisté moi-même longuement sur ce côté de la question.

La grande difficulté du problème tient à l'énormité de la lumière solaire par rapport à la couronne. On admet en général que 600000 pleines lunes valent le Soleil entier et que trois pleines lunes seulement représentent la couronne totale (¹). Donc le Soleil peut être considéré comme égal à 200000 couronnes.

Or, dans leur trajet jusqu'à la plaque photographique, les rayons du disque solaire, lorsqu'ils rencontrent une matière quelconque, lui abandonnent une petite partie d'eux-mêmes par réflexion, réfraction, diffraction, diffusion, absorption ou phosphorescence; et ces petites parties accumulées forment une lumière déviée, d'intensité notable, qui, se superposant à la couronne, la masque facilement.

Prenons par exemple l'objectif à deux verres, et à quatre surfaces, de l'observatoire du mont Blanc. Chacune des quatre surfaces réfléchit une partie de la lumière solaire et la renvoie vers le ciel; mais cette partie peut être réfléchie une seconde fois et ramenée vers la plaque. On calcule aisément que la lumière doublement réfléchie, renvoyée vers la plaque, représente environ la centième partie de la lumière totale. Dans le cas qui nous occupe, cette lumière parasite est donc égale à 2000 couronnes. Elle n'est pas, il est vrai, concentrée tout entière sur la plaque (²); mais, si elle ne masque pas complètement la couronne, elle en diminue tout au moins fortement les contrastes, déjà faibles par eux-mêmes; elle est surtout nuisible à la couronne extérieure (beaucoup plus faible que l'intérieure) et aux rayons coronaux, qui constituent la partie la plus intéressante et la seule vraiment digne d'être recherchée.

A la lumière réfléchie s'ajoute la lumière diffusée par l'appareil, due aux quatre surfaces de l'objectif, à la surface plane argentée du miroir, à tous les défauts de la masse intérieure dans les deux verres, tels que les petites bulles; à la fluorescence et à la phosphorescence spéciales au crown et au

---

(¹) La couronne totale a été trouvée le plus souvent inférieure à trois pleines lunes, et même parfois à une seule pleine lune.

(²) Si l'on connaissait les courbures et les indices des deux verres de l'objectif, on pourrait calculer la quantité exacte de lumière solaire doublement réfléchie qui arrive sur la plaque à l'emplacement de la couronne. Il sera bon de faire ce calcul qui donnera la valeur exacte du dommage.

flint-glass. Le halo résultant est, comme la couronne, plus lumineux près du bord solaire; il est variable avec le poli spéculaire et la propreté des surfaces, avec la nature et la qualité des verres, et donc ne peut être calculé à l'avance. Mais, comme il peut être très supérieur à la couronne elle-même, il me semble nécessaire de mesurer directement son intensité dans une expérience préalable, avant d'employer un objectif ou un dispositif quelconque à la recherche délicate de la couronne.

Le simple miroir concave, poli avec grand soin, employé en 1883 par sir Huggins et dirigé directement vers le ciel, est donc bien préférable au système précédent avec objectif à deux verres [1] et miroir auxiliaire. On pourrait aussi employer une lentille simple de quartz, que j'ai déjà recommandée en 1893 [2].

Dans son expérience, Hansky arrête sur la plaque l'image intense du disque solaire par un écran métallique noirci; mais, avec une pose poussée jusqu'à 2 minutes, cet écran doit s'échauffer, échauffer l'air ambiant et produire un trouble sérieux des images coronales, dont les contrastes sont par eux-mêmes faibles. Je propose de le remplacer par un petit miroir, légèrement incliné sur la plaque, qui réfléchirait les rayons du disque non vers l'objectif, mais vers les alentours, et éviterait en partie l'accumulation de chaleur près de la plaque. Une solution meilleure, comme on le verra plus loin, consiste à écarter complètement la lumière du disque solaire.

De plus, l'image finale de la couronne est extraite en quelque sorte du négatif original par une série de positifs et de négatifs; or ces opérations successives inspirent une certaine défiance. Sur ce point encore, il me semble nécessaire d'organiser des expériences préliminaires, faites dans le laboratoire avec deux sources lumineuses, l'une forte, semblable à un halo, l'autre faible, semblable à la couronne et superposées sur la même plaque. Les négatifs obtenus, avec des rapports variables entre les poses des deux

---

(1) Le poli optique, comme on sait, est considéré comme plus facile à réaliser avec les lentilles qu'avec les miroirs; car la différence de marche, due à une petite aspérité de la surface, est environ quatre fois plus grande pour le rayon réfléchi que pour le rayon réfracté. Mais, à égalité de poli des surfaces, si l'on tient compte de tous les éléments, la quantité de lumière diffusée par réfraction sur quatre surfaces est supérieure à la quantité diffusée par réflexion sur une seule.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 127. — Le quartz prend un très beau poli et est exempt de phosphorescence. Le faisceau doublement réfléchi, qui est unique, peut être arrêté par un diaphragme.

sources, seraient traités comme ceux de la couronne solaire, ce qui permettrait de reconnaître dans quelles limites la méthode est applicable.

Hansky, il est vrai, appuie sa conclusion sur ce fait que deux plaques exposées au mont Blanc, à 1 heure d'intervalle ont donné sensiblement le même résultat. L'argument a sa valeur, mais un intervalle de 1 heure est-il suffisant? Les conditions de l'expérience et en particulier les lumières étrangères à la couronne ont dû varier très peu dans ce court intervalle.

Si, le 30 août prochain, lors de l'éclipse totale visible en Europe, le temps est beau au mont Blanc, on aura une bonne occasion de juger la méthode et le dispositif de M. Hansky: mais auparavant on peut les soumettre à une première vérification, facile à réaliser, en cherchant à photographier non pas la couronne, mais les protubérances.

Les épreuves directes des éclipses totales, faites avec une faible pose, montrent les protubérances très intenses, et la couronne intérieure plus faible, jusqu'à 2′ ou 3′ du bord; la différence est la même avec l'observation oculaire. Or les écrans colorés employés l'année dernière par Hansky absorbent toute la lumière de longueur d'onde inférieure à 660 et donc la radiation rouge C de l'hydrogène, émise fortement par les protubérances, et de longueur d'onde égale à 656. Il suffit de les modifier légèrement pour que l'absorption commence seulement à λ 640. L'image devra alors comprendre les protubérances que l'on peut, d'autre part, relever au spectroscope.

La photographie directe des protubérances, sans l'intermédiaire du spectroscope, serait déjà un résultat fort important; et, si elle était réalisée, elle serait un encouragement sérieux pour la recherche de la couronne moyenne et extérieure, plus difficiles à obtenir, parce qu'elles sont beaucoup plus faibles.

En résumé, dans le problème qui nous occupe, l'un des grands obstacles est la lumière étrangère développée par la lumière du disque dans les appareils employés jusqu'ici. Je suis conduit à indiquer un dispositif très simple, facile à organiser partout, qui écarte complètement la lumière du disque, et évite la plupart des difficultés précédentes.

Il suffit d'avoir un petit cercle opaque, large par exemple de 30^{mm}, et de le diriger vers le Soleil, de manière que la perpendiculaire au milieu du cercle passe par le centre de l'astre; en arrière, à 3^{m}, sur cette perpendiculaire, on place un œilleton muni d'écrans colorés, qui ne laissent passer que le rouge extrême, et l'on regarde le ciel derrière l'œilleton. Le petit cercle, qui a le même angle apparent (30′ d'arc) que le Soleil, le masque

entièrement, et l'on n'aperçoit que les alentours du Soleil en lumière rouge. Ce petit appareil, extrêmement simple, peut, pour les raisons développées plus haut, donner la couronne plus sûrement que le grand sidérostat polaire du mont Blanc.

On peut, d'ailleurs, substituer à l'œil un appareil photographique. On remplace par exemple le cercle de 30^{mm} par un cercle de 40^{mm} et l'œilleton par un objectif large de 10^{mm} (différence entre 40^{mm} et 30^{mm}) et de distance focale égale à 200^{mm} ou 300^{mm}. Dans ces conditions, l'objectif et la plaque ne reçoivent aucun rayon venant du disque solaire; ils sont illuminés seulement par les alentours immédiats du Soleil. L'objectif est couvert, partiellement pour les points de $0'$ à $5'$ du bord, et complètement pour les points plus éloignés.

L'image obtenue, certes, est petite; mais elle est pure de tout mélange, autant que possible. La seule lumière étrangère qui subsiste est la lumière diffuse du ciel.

Celle-ci peut, d'ailleurs, être mesurée directement; je propose de joindre au petit appareil précédent un petit photomètre qui donne l'éclat de la région circumsolaire par comparaison avec une lampe-étalon. La photographie de la couronne sera tentée seulement si l'éclat mesuré n'est pas trop supérieur à l'éclat de la couronne observée dans les éclipses totales. Cette opération préliminaire sera très utile avec toutes les méthodes et tous les dispositifs.

La lumière circumsolaire varie avec les stations, avec les heures et les jours dans chaque station. Le 3 septembre, jour des essais de M. Hansky au mont Blanc, un léger halo blanchâtre était discernable autour du Soleil; il semble difficile en effet, même à 4800^{m}, d'échapper, sous nos latitudes, aux cirrus et aux aiguilles de glace dont la hauteur moyenne atteint $9\,000^{m}$.

Mais, peut-être, avons-nous à notre portée des stations plus favorables à ces études, où le ciel est moins variable et moins chargé de cirrus, et dont l'accès, d'autre part, est plus facile. En particulier les hauts plateaux et le désert de l'Algérie, sur lesquels j'ai déjà appelé l'attention, offrent des conditions exceptionnelles pour les observations astronomiques, surtout dans la province d'Oran. Je propose que l'on entreprenne la reconnaissance sérieuse de cette région, reconnaissance appuyée sur des mesures photométriques précises de la lumière circumsolaire.

MINÉRALOGIE. — *Conclusions à tirer de l'étude des enclaves homœogènes pour la connaissance d'une province pétrographique. — Santorin.* Note de M. A. LACROIX.

La considération des *enclaves homœogènes* des roches volcaniques d'une province pétrographique donnée a une importance capitale pour l'histoire du magma dont elles proviennent les unes et les autres; ces enclaves sont en effet le résultat de cristallisations profondes, effectuées à ses dépens. Quand elles sont *allomorphes* (1), c'est-à-dire holocristallines et grenues et arrachées à des masses complètement consolidées en profondeur, elles nous fournissent des notions sur le passé plus ou moins lointain du magma; quand elles sont *plésiomorphes*, c'est-à-dire d'ordinaire semi-cristallines et formées à la façon de glaçons dans le magma en voie d'ascension, ou d'épanchement, elles nous prouvent une évolution plus récente, réminiscence du passé ou indication sur l'avenir possible des portions du magma non encore venues au jour. Dans tous les cas, ces enclaves nous apprennent quels sont les types de roches grenues de profondeur que le magma est capable de fournir, soit par la consolidation intégrale de son type moyen (enclaves homœogènes *homologues*), soit par différenciation basique (2) ou hétérogénéité originelle (enclaves *antilogues*).

Si cette conception, à laquelle m'ont conduit des observations multipliées, poursuivies depuis quinze ans dans un grand nombre de centres volcaniques, est exacte, les enclaves homœogènes ne doivent pas être simplement étudiées par comparaison avec la roche qui les englobe, mais encore dans leurs relations avec les autres roches volcaniques de la province pétrographique.

Si, en effet, les enclaves homologues de la roche englobante doivent représenter sa forme profonde, ses enclaves antilogues peuvent être les équivalents de profondeur, c'est-à-dire les homologues des roches plus basiques de la même série pétrographique. Cette équivalence est souvent voilée par des différences minéralogiques considérables, résultant de la différence des conditions qui ont présidé à la consolidation de portions de

(1) *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 537.

(2) Je laisse de côté ici les enclaves (*endopolygènes*), résultant de l'endomorphisme du magma par digestion de roches basiques.

même composition chimique du magma, s'effectuant, pour les unes en profondeur et pour les autres à la surface; dans ce cas, la comparaison, au point de vue chimique, des enclaves et des roches en place vient éclairer la question d'une façon remarquable

Ces différences minéralogiques apparaissent en particulier dans les types acides où le quartz n'existe que dans les formes grenues (enclaves ou roches de profondeur en place) du magma, alors qu'il reste à l'étal virtuel dans le verre des formes d'épanchement, à moins que des conditions spécialement favorables, comme cela a été le cas pour certaines des andésites du dôme de la Montagne Pelée, ne permettent à la silice de s'individualiser sous forme de quartz jusqu'au voisinage de la surface. De même, dans les types basiques, le phénomène n'est pas moins net : on voit, en effet (¹), la biotite et la hornblende constituer les minéraux ferro-magnésiens dominants de diorites, de gabbros et d'enclaves homœogènes d'andésites et de basaltes qui, eux, ne renferment que de l'olivine et des pyroxènes en fait d'ortho et de métasilicates.

Dans l'étude d'une province pétrographique, les enclaves homœogènes ne doivent donc pas être considérées, ainsi qu'on l'a fait trop souvent jusqu'à présent, comme de simples accidents minéralogiques plus ou moins intéressants ; elles doivent figurer dans l'étude du magma au même titre que les roches jouant un rôle géologique et, à tous égards, elles viennent s'intercaler rigoureusement au milieu d'elles, soit parce que leur composition chimique, sinon minéralogique, est semblable à celle de quelques-unes d'entre elles, soit parce qu'elles complètent la série pétrographique en offrant des types dont l'équivalent ne s'est pas épanché ou n'est pas connu encore à l'état de roche de profondeur en place (²). Ma monographie des roches récentes et anciennes de la Martinique m'a fourni une première confirmation de cette règle; je me propose, dans cette Note, de poursuivre ma démonstration à l'aide de certaines enclaves homœogènes d'une autre région volcanique.

(¹) J'ai fait voir comment les enclaves homœogènes homologues des leucotéphrites de la Somma sont des monzonites à feldspathides; l'expérience de MM. Fouqué et Michel-Lévy, qui a fourni une roche à leucite en partant d'un mélange de microcline et de biotite, pourrait être citée aussi, avec bien d'autres exemples expérimentaux ou observés sur le terrain.

(²) La *missourite*, l'*ijolite*, l'*avezacite* ont été connues sous forme d'enclaves homœogènes de leucitites, de néphélinites et de basaltes, bien avant d'avoir été rencontrées dans des gisements en place.

En 1896, à la suite d'un voyage dans l'Archipel grec, j'ai montré que les tufs ponceux de l'éruption qui a creusé la baie de Santorin renferment, en grande quantité, des blocs, parfois énormes, de roches leucocrates, holocristallines, que j'ai désignées sous le nom de *microtinites*, parce qu'elles sont aux andésites ce que les *sanidinites* sont aux trachytes. Elles sont essentiellement constituées par des plagioclases de basicité variée, souvent zonés, associés, suivant les types, à de la biotite, à de l'hypersthène, à de l'augite, à de la hornblende, etc.; elles renferment, en outre, une quantité plus ou moins grande de quartz et parfois de tridymite.

Pour l'étude chimique, j'ai choisi parmi ces microtinites les deux termes extrêmes : le plus acide, ne contenant que des plagioclases, de la biotite et beaucoup de quartz, et le plus basique, pauvre en ce dernier minéral, mais assez riche en métasilicates (augite, hypersthène, hornblende). La structure du premier est franchement granitique; dans l'autre, les feldspaths sont enchevêtrés, microlitiques. Les résultats de l'analyse (par M. Pisani) de ces deux types d'enclaves (*a* et *c*) sont donnés ci-dessous, en regard de ceux concernant les deux roches volcaniques de Santorin qui s'en rapprochent le plus, au point de vue chimique; *b* est une andésite à hypersthène, rubanée, d'un gris violacé, peu cristalline, riche en lithophyses, renfermant des cristaux nets de tridymite et d'hypersthène; elle abonde en blocs associés aux microtinites, dont elle englobe souvent des fragments; *d* est une andésite à hypersthène, en filon dans les falaises de Théra, son analyse est empruntée à un Mémoire de M. Fouqué.

Je fais suivre ces données des résultats du calcul de la composition minéralogique virtuelle correspondante; ce calcul, dans ce cas particulier, consiste à réunir, sous forme de feldspaths, la quantité de silice et d'alumine nécessaire pour saturer les alcalis et la chaux, sous forme de métasilicates (pyroxènes), la quantité de silice nécessaire pour saturer la chaux, la magnésie et le protoxyde de fer, après déduction de la magnétite et de l'ilménite; la silice en excès est comptée comme quartz et l'alumine en excès, lorsqu'elle existe, indiquée comme telle.

Cette composition minéralogique virtuelle, qui sert aux pétrographes américains à établir les deux premières divisions de leur nouvelle classification, présente, à mes yeux, un intérêt d'un autre ordre; il est facile de voir en effet qu'elle correspond, d'une façon très approchée, à la forme minéralogique que le magma, d'où provient la roche analysée, a le plus de tendance à prendre, quand il cristallise sous l'influence de la fusion ignée seule, avec la réserve toutefois que, dans de semblables conditions, ainsi que je l'ai dit plus haut, la silice en excès reste dans le verre sans cristalliser. Cette composition virtuelle se rapproche donc d'autant plus de la

composition minéralogique réelle que les conditions de la consolidation de la roche étudiée ont été elles-mêmes plus voisines de ce mode purement igné; il y aura par suite identité plus ou moins complète ([1]) entre la composition réelle ([2]) et la composition calculée d'une roche d'épanchement et au contraire différence souvent très grande dans le cas des enclaves homœogènes et des roches de profondeur.

Le Tableau ci-contre donne en outre les divers rapports chimiques ou chimico-minéralogiques servant à M. Michel-Lévy et aux pétrographes américains à spécifier les types chimiques de roches.

	a.	b.	c.	d.
SiO^2	74,25	69,75	60,60	57,2
TiO^2	0,26	0,45	0,70	
Al^2O^3	14,10	14,70	18,21	19,1
Fe^2O^3	0,08	0,65	1,93	2,2
FeO	1,50	2,48	4,00	4,7
MgO	1,61	1,42	2,52	3,5
CaO	2,21	3,43	5,95	7,1
Na^2O	3,98	4,79	3,70	4,2
K^2O	2,88	3,07	2,29	2,0
P^2O^5	tr.	tr.	tr.	»
Perte au feu	0,25	»	»	»
	101,12	100,54	99,90	100,0

		a.			b.			c.			d.		
Quartz			31,62			21,12			12,66			3,36	
Feldspaths	Orthose	17,24			18,35			13,34			11,68		
	Albite	34,06	62,14	94,07	40,35	68,15	89,27	31,44	70,91	83,57	35,63	74,55	77,91
	Anorthite	10,84			9,45			26,13			27,24		
Al^2O^3			0,31			»			»			»	
Pyroxènes	SiO^3Ca	»			2,67			1,39			3,36		
	SiO^3Mg	4,10	6,21		3,50	9,47		6,00	12,01		8,70	18,73	
	SiO^3Fe	2,11		7,05	3,30		11,31	4,62		16,16	6,73		22,04
Minerais	Magnétite	0,23	0,84		0,93	1,81		2,78	4,15			3,25	
	Ilménite	0,61			0,91			1,37					

([1]) Lorsque cette identité n'est pas complète, cela tient essentiellement à la nature des phénocristaux qui, eux, ont cristallisé en profondeur et par suite dans des conditions différentes de celles de la pâte; c'est ainsi, par exemple, que, pour une composition minéralogique virtuelle donnée, les andésites à hypersthène de la Martinique renferment ou non d'abondants cristaux de hornblende.

([2]) Dans cette classification *a* et *b* correspondent strictement au même type (lassenose), tandis que *c* et *d* sont à ranger dans deux types immédiatement voisins (tonalose et andose), le rapport $\frac{Q}{F}$ étant, dans *c*, voisin de la limite de séparation de deux ordres.

	$\varkappa$.	$\frac{Q}{F}$.	$\frac{K^2O+Na^2O}{CaO}$.	$\frac{K^2O}{Na^2O}$.	Φ.	Ψ.	c'.	An (1).
a..	7,05	0,51	2,47	0,48	3,94	0,98	0	17,4
b..	11,31	0,31	3,24	0,43	3,16	2,20	0,12	13,9
c..	16,16	0,18	0,89	0,40	3,45	2,35	0,04	36,8
d..	22,04	0,05	0,91	0,31	2,84	1,98	0,07	36,5

On voit les analogies chimiques que présentent entre elles les roches *a* et *b* d'une part, *c* et *d* d'une autre, de telle sorte qu'il n'est pas douteux que, dans chacun de ces deux cas, l'enclave homœogène ne soit bien nettement la forme profonde de la roche volcanique de laquelle je la rapproche; il est fort vraisemblable que, si nous avions un plus grand nombre d'analyses des roches volcaniques anciennes de Santorin, il serait possible de serrer de plus près encore les analogies de ce genre.

Il est intéressant de constater que la forme grenue de profondeur des andésites à hypersthène et augite, dépourvues de quartz de Santorin, est, suivant les cas, soit une *diorite* exclusivement micacée, qui, au point de vue chimique, est un véritable granite, mais ne contient pas d'orthose individualisée, c'est pourquoi je ne l'appelle pas granite, soit une diorite à augite et hypersthène, mais toujours une diorite quartzifère.

On voit enfin que la microtinite *c* est homologue de l'andésite *d* et antilogue de l'andésite plus acide *b*; elle constitue donc un trait d'union entre ces deux roches. Je me propose de montrer ultérieurement que cette règle se vérifie encore, quand on poursuit l'étude comparative des enclaves homœogènes et des roches en place de plus en plus basiques du même centre volcanique.

BOTANIQUE. — *Les plantes du plateau des Nilghirris.* Note de M. Gaston Bonnier.

Le plateau des Nilghirris constitue une région très spéciale de l'Inde méridionale, située à plus de 2000^m d'altitude. La végétation y forme un contraste avec celle des régions basses, et rappelle celle des régions tempérées

(1) An est la teneur en anorthite des feldspaths virtuels (rapportée à 100) : cette donnée fournit une approximation assez grande du feldspath moyen, tant que la roche ne contient pas une quantité importante de silicates ferromagnésiens alumineux. Il est aisé de voir que, dans le cas contraire, cette valeur calculée est toujours plus grande que la réalité.

d'Europe. En 1818, lorsque Leschenault de Latour parcourut cette région, il fut frappé de l'aspect des végétaux des Nilghirris et cita un assez grand nombre de plantes européennes, ou tout au moins appartenant à des genres européens, qui y croissent spontanément.

Le jardin d'Ootacamund est situé sur le plateau des Nilghirris sous la latitude Nord de 11°30′ et à une altitude de 2300m, à proximité d'un observatoire météorologique. On y cultive des plantes de jardin dont les graines proviennent d'Europe ou même de France; plusieurs de ces espèces y sont acclimatées depuis de nombreuses années; d'autres sont souvent renouvelées, parfois même tous les ans.

M. et Mme Lapicque, pendant leur récent voyage dans l'Inde, ont bien voulu recueillir pour mes recherches, en février 1904, des plantes du jardin d'Ootacamund, grâce à l'obligeance de M. Proudlock, curateur du jardin, et les ont rapportées dans un liquide conservateur.

Ces plantes étant cultivées en plates-bandes, arrosées et soignées de la même manière que les exemplaires de la même espèce et de même origine cultivées aux environs de Paris, on peut presque dire qu'ainsi se trouvent toutes faites des expériences de cultures comparées dans les deux régions : Nilghirris et Paris.

D'autre part, M. et Mme Lapicque m'ont rapporté aussi plusieurs plantes de la même espèce que des plantes françaises et qui se trouvent naturellement sur le plateau, de telle sorte que des comparaisons pouvaient être faites aussi pour des végétaux spontanés dans les deux contrées.

Le principal intérêt de la comparaison à établir tient à ce que la moyenne des températures utiles à la végétation est sensiblement la même à Ootacamund (11°,8) et à Paris (12°,2). C'est seulement la répartition de la température qui diffère dans les deux cas. A Ootacamund, les moyennes mensuelles de température ne présentent pas entre elles un écart de plus de 3°, tandis qu'à Paris les moyennes mensuelles peuvent différer de 14°. Sur le plateau des Nilghirris, le ciel est très souvent découvert pendant l'hiver et le printemps lorsque souffle la mousson du Nord-Est, et au contraire presque toujours nuageux pendant l'été et l'automne lorsque souffle la mousson du Sud-Ouest; d'où l'uniformisation relative de la température. Pendant la journée, lorsque le temps est découvert, en hiver ou au printemps, la température est très élevée pendant le jour, et froide pendant la nuit, d'où une alternance diurne de températures qui rappelle celle qui se produit aux hautes altitudes de nos montagnes.

Les différences de forme ou de structure à observer ne doivent donc être

causées que par une inégale répartition de la température moyenne, de l'humidité de l'air ou de la lumière; l'humidité du sol n'intervient pas pour les plantes cultivées en plates-bandes, puisqu'elles sont arrosées dans les deux cas.

Un caractère remarquable de presque tous les végétaux du plateau des Nilghirris, et qui tient à l'uniformité de la température moyenne, c'est que les plantes spontanées comme les plantes cultivées conservent des feuilles d'un bout à l'autre de l'année, comme celles qui croissent dans le sud de la région méditerranéenne.

Les comparaisons ont porté sur les espèces suivantes :

1° Espèces cultivées acclimatées : *Primula grandiflora, Trifolium minus, Delphinium elatum, Verbena chamædryfolia, Pelargonium zonale, Pyrethrum indicum, Anthemis arabica, Digitalis purpurea, Cheiranthus Cheiri, Lychnis Coronaria, Viola odorata, Vinca major, Artemisia Abrotanum, Cistus incanus, Bellis perennis, Myrtus communis.*

2° Espèces dont les graines sont renouvelées presque tous les ans : *Viola tricolor, Reseda odorata, Antirrhinum majus, Petunia nyctaginiflora, Alyssum maritimum.*

3° Espèces spontanées ou complètement naturalisées : *Quercus Robur, Quercus Ilex, Hedera Helix, Olea vulgaris, Erica arborea, Lonicera Caprifolium, Ulex europæus, Taxus baccata, Thuia orientalis, Buxus sempervirens, Sarothamnus scoparius.*

J'ai commencé par étudier les espèces de cette dernière catégorie en les comparant aux mêmes espèces spontanées ou plantées aux environs de Paris, afin de me rendre compte tout d'abord des différences de forme et de structure que présentent les végétaux semblables dans les deux contrées considérées.

D'une manière générale, les plantes spontanées ou naturalisées du plateau des Nilghirris présentent des tiges à rameaux plus robustes, à entre-nœuds plus serrés; les feuilles sont plus épaisses et à pétioles souvent raccourcis; l'aspect général de la plante, dont la taille est à peu près aussi grande qu'aux environs de Paris, a par suite une allure assez différente.

La structure révèle un singulier mélange de caractères qu'on pourrait appeler *alpins* et de caractères qu'on pourrait désigner sous le nom de *méditerranéens*. Certains caractères communs à ces deux catégories s'observent chez toutes les plantes des Nilghirris. Ce sont surtout les deux suivants : développement plus grand des tissus assimilateurs, épaisseur

plus marquée de la cuticule de l'épiderme, des parois des cellules hypodermiques et, en général, de celles de tous les tissus protecteurs.

Chez les feuilles de toutes ces plantes, le tissu en palissade est, en effet, plus différencié et plus épais pour les échantillons des Nilghirris, les cellules palissadiques sont plus allongées, plus serrées, à grains de chlorophylle plus nombreux dans chaque cellule, et le nombre des assises en palissade est souvent plus grand. C'est ainsi que les feuilles de l'If (*Taxus baccata*) présentent trois assises de cellules en palissade, au lieu de une ou deux; celles du Buis (*Buxus sempervirens*) ont quatre à cinq assises palissadiques bien différenciées au lieu de trois à quatre assises peu marquées, etc.

Des feuilles de Chêne (*Quercus Robur*) ont été recueillies à Ootacamund sur le même arbre, les unes sur des branches exposées au Sud, les autres sur des branches exposées au Nord et comparées à diverses feuilles de la même espèce récoltées aux environs de Paris dans des localités ensoleillées. Dans tous les cas, ces feuilles ne présentent qu'une seule assise de cellules palissadiques, mais le développement de cette assise présente de grandes différences. Ces cellules sont étroites, allongées et occupent plus de la moitié de l'épaisseur du limbe chez les feuilles de Chêne d'Ootacamund exposées au Sud, tandis qu'aux environs de Paris, l'assise palissadique des feuilles de Chêne n'occupe environ que le tiers de l'épaisseur de la feuille et est formée de cellules plus larges, moins riches en grains de chlorophylle. Les feuilles de Chêne recueillies à Ootacamund à l'exposition du Nord, ont les palissades moins développées que les feuilles exposées au Sud, mais sont plus accentuées encore cependant que chez les feuilles des environs de Paris exposées au midi. Le Chêne-vert (*Quercus Ilex*), où les palissades sont toujours plus développées, acquiert à l'exposition du midi, sur le plateau des Nilghirris, un tissu qui n'est plus formé absolument, en dehors de l'épiderme et des nervures, que par des assises palissadiques; on y trouve uniquement cinq ou six assises de cellules allongées, moins serrées entre elles vers la face inférieure de la feuille, bien que toujours en forme de cellules palissadiques.

Au sujet du second caractère commun, à la fois alpin et méditerranéen, c'est-à-dire du développement plus grand des tissus protecteurs, on peut dire que les feuilles et les jeunes tiges de toutes les plantes examinées ont une cuticule plus forte, les cellules de l'écorce, au moins chez les assises hypodermiques, à parois plus épaisses, et que chez les tiges âgées le liège est plus développé.

Les causes principales de ces changements communs sont faciles à déter-

miner par les résultats connus de la Morphologie expérimentale. Le grand développement des tissus assimilateurs de la feuille tient à la plus grande quantité de lumière reçue pendant leur développement. Le renforcement des tissus protecteurs est corrélatif, par son caractère alpin, de la protection contre les brusques changements de température du jour et de la nuit, et, par son caractère méditerranéen, de la protection contre une trop forte transpiration.

Les caractères purement alpins, évidemment dus à l'altitude, qu'on observe chez les plantes du plateau des Nilghirris, sont l'aspect plus trapu des rameaux, les entrenœuds plus serrés, les canaux sécréteurs plus développés chez les végétaux qui présentent ces formations.

Les caractères plutôt méditerranéens de ces mêmes végétaux du plateau indien, et qui viennent se superposer aux précédents, sont en rapport avec la sécheresse de l'air et la plus longue persistance des feuilles. Ce sont principalement les suivants : sclérification plus grande du péricycle, fibres du bois secondaire plus nombreuses, différenciation plus grande des éléments libériens.

L'étude des plantes de jardin, depuis longtemps acclimatées à Ootacamund, fait voir que ces plantes ont acquis peu à peu les mêmes caractères que ceux présentés par les plantes spontanées. Les espèces cultivées se sont adaptées au climat des Nilghirris et offrent, par rapport aux mêmes espèces cultivées dans les environs de Paris, des différences tout à fait comparables à celles dont nous venons de parler.

C'est ainsi que les feuilles de la Pâquerette cultivée (*Bellis perennis*) ont trois ou quatre assises de tissu en palissade très développées et à grains de chlorophylle nombreux au lieu de une à deux assises seulement. Il en est de même pour l'*Anthemis arabica*, le *Pyrethrum indicum*, etc.

Citons encore les pédoncules des fleurs de Digitale (*Digitalis purpurea*) dont le péricycle est lignifié au lieu d'être cellulosique, dont l'épiderme et l'hypoderme sont à cellules plus épaisses; les tiges de Verveine cultivée (*Verbena chamædryfolia*) dont le péricycle est scléreux et qui présentent un bois secondaire plus épais et à fibres très nombreuses, etc.

Au contraire, si l'on examine les plantes cultivées dans le jardin d'Ootacamund provenant de graines renouvelées tous les ans ou presque tous les ans, et venant de France, on ne trouve pour ainsi dire aucune différence sensible entre leur structure et celle des mêmes espèces cultivées aux environs de Paris. C'est que ces espèces n'ont pas eu le temps de

s'adapter au nouveau climat dans lequel on les fait croître. Ainsi la structure est tout à fait semblable sur le plateau des Nilghirris et aux environs de Paris chez l'*Antirrhinum majus*, les *Viola tricolor*, *Petunia nyctaginiflora*; c'est à peine si l'on peut trouver une légère modification des feuilles pour les *Reseda odorata* et *Alyssum maritimum*.

En somme, les comparaisons des plantes spontanées ou naturalisées, des plantes de jardin acclimatées et des plantes cultivées non encore acclimatées dans le jardin d'Ootacamund permettent de formuler les conclusions suivantes :

Le plateau des Nilghirris (Inde méridionale) n'est pas à une assez grande altitude pour que les végétaux y acquièrent tous les caractères des plantes de la région alpine, mais ils ont cependant certains caractères alpins. D'autre part, le climat tempéré du plateau permet aux plantes cultivées de nos contrées de s'y développer et de s'y reproduire en modifiant leur forme et leur structure de manière à s'adapter aux conditions météorologiques spéciales de cette région.

Les plantes du jardin d'Ootacamund offrent tous les degrés de cette adaptation progressive.

ZOOLOGIE. — *Sur les Pénéides et les Sténopides recueillis par les expéditions françaises et monégasques dans l'Atlantique oriental.* Note de M. E.-L. **Bouvier.**

Les Pénéides et les Sténopides capturés dans l'Atlantique oriental, au cours des campagnes françaises et monégasques, constituent un matériel des plus riches; en les comparant entre eux et avec certains types recueillis par le *Caudan* et par le *Blake*, j'ai pu mettre en évidence un certain nombre de faits intéressants relatifs à l'histoire des deux familles :

1° *Pénéides.* — Tout d'abord, il convient de mentionner les espèces qui, par leur fréquence, caractérisent à un haut degré la faune bathymétrique des Pénéides pour l'Atlantique oriental. Dans la tribu des Pénéinés la première place revient, semble-t-il, à deux espèces de médiocre taille, l'*Haliporus debilis* Smith et l'*Haliporus modestus* Smith qui, très rares au voisinage des États-Unis où elles semblaient localisées, se répandent au sein de l'Atlantique oriental où leurs représentants ont été capturés en grande abondance, surtout par le *Talisman*. Le *Parapenaeus membranaceus* Risso n'est

guère moins fréquent à mesure qu'on se rapproche de la région tropicale, mais les autres espèces sont toutes bien plus rares, à l'exception du *Solenocera siphonoceros* Phil., qui compte un certain nombre d'exemplaires, et de l'*Artemesia Talismani* sp. nov., dont je dirai quelques mots plus loin. Le *Metapenaeopsis pubescens* et deux autres espèces nouvelles, l'*Hemipenaeopsis villosus* et la *Grimaldiella Richardi* sont, au contraire, d'une rareté extrême, quoique fort instructives pour l'histoire des Pénéides.

L'*Hemipenaeopsis villosus* est le type d'un sous-genre nouveau qui établit une transition entre les *Penaeus* proprement dits et les formes plus modifiées du même genre; il se rapproche des *Penaeopsis* par ses fouets antennulaires un peu plus longs que la carapace et par son rostre inférieurement inerme; il s'en distingue et se rapproche des *Penaeus* par sa formule appendiculaire, notamment par la présence d'un épipodite bien développé sur les maxillipèdes externes et sur les pattes des trois paires suivantes. On pourrait presque le définir un *Penaeus* dépourvu d'épipodites sur les maxillipèdes de la deuxième paire et muni de longs fouets antennulaires, ou encore un *Penaeopsis* pourvu d'un épipodite sur les maxillipèdes externes et de pleurobranchies sur les pattes postérieures. Il ne sera pas inutile d'observer que j'attribue au sous-genre *Penaeopsis* une signification tout autre que celle proposée par M. Faxon; ayant pu examiner et comparer les spécimens du *Blake* désignés par A. Milne-Edwards sous les noms de *Penaeopsis serratus* et de *Penaeopsis ocularis*, j'ai pu constater que la première de ces espèces se rapproche des *Penaeus* par la structure de ses palpes mandibulaires, et la seconde des *Haliporus* par le développement du premier article des mêmes appendices. Et comme le *Penaeopsis serratus* a été choisi pour type du genre *Penaeopsis* par Spence Bate, il convient de ranger le *P. ocularis* dans un autre genre qu'on pourra désigner sous le nom de *Faxonia* (*Penaeopsis* Faxon) parce que M. Faxon en a très bien étudié les caractères dans deux espèces, la *F. ocularis* A. M.-Edw. et la *F. diomedeae* Fax. Revenant à l'*Hemipenaeopsis villosus*, j'ajoute que cette espèce est recouverte de très courts poils simples, longs de 300^{μ} environ, et qu'elle a été capturée par la *Princesse-Alice* entre les îles Canaries et les Açores, dans un filet particulier à grande ouverture.

Le *Metapenaeopsis pubescens* est également un Pénéide velu dont les poils sont d'une brièveté extrême, mais armés de barbules latérales. Cette espèce sert de type à un sous-genre nouveau, qui tient des *Penaeus* vrais par ses très courts fouets antennulaires, et des *Penaeopsis* par ses maxillipèdes

externes, dépourvus d'épipodites; au surplus, elle présente des pleurobranchies sur toutes les pattes et des épipodites sur celles de la quatrième paire, tandis que les *Penaeopsis* sont dépourvus d'épipodites et de pleurobranchies sur les deux paires d'appendices thoraciques postérieurs. Ainsi, le *M. pubescens* doit être considéré comme une autre forme évolutive du genre *Penaeus;* il est peut-être identique au *Penaeus pubescens* St. de Saint-Thomas, et a été capturé par le *Talisman* aux îles du Cap Vert.

L'*Artemesia Talismani* est une espèce beaucoup plus grande (10^{cm} de longueur environ), que le *Talisman* captura en quantité assez grande au large des côtes du Maroc et du Sahara; elle est essentiellement caractérisée par son rostre qui atteint au plus l'extrémité des pédoncules antennulaires, par la longueur assez grande de ses pattes postérieures, par la structure de son appareil copulatoire. A ces divers points de vue, elle se distingue des deux autres espèces du genre, l'*A. longinaris* Sp. B. et l'*A. brevinaris* Nobili qui sont localisées l'une et l'autre dans les parages de la Plata et dans les eaux avoisinantes. En tous cas, le genre qui nous occupe semble propre à l'Océan atlantique.

La *Grimaldiella Richardi* a été capturée par la *Princesse-Alice* dans sa dernière campagne, au large de l'île Saint-Michel, en plein groupe des Açores (filet à grande ouverture). Cette espèce rarissime mesure 3^{cm} à 4^{cm}; elle forme le type d'un genre nouveau qui se distingue de tous les autres Pénéinés par son appendice antennulaire réduit et caché entre les yeux, par ses palpes mandibulaires dont les deux articles sont subégaux, par l'atrophie de tous ses épipodites, et par l'état rudimentaire de ses exopodites qui sont localisés sur les trois paires de pattes antérieures et sur les maxillipèdes; je dois faire observer toutefois qu'on trouve un exopodite assez bien développé sur les maxillipèdes antérieurs, et sur ceux de la dernière paire. Au surplus, la *Grimaldiella Richardi* ne présente pas de pleurobranchie postérieure, et ses fouets antennulaires, aussi longs que la carapace, sont relativement volumineux. Plus que toute autre, cette petite espèce s'éloigne du type normal des Pénéinés.

Dans la tribu des Aristéinés, le type de beaucoup le plus répandu est le *Plesiopenaeus Edwardsianus* Johnston, dont le mâle fut désigné par A. Milne-Edwards sous le nom de *P. corallinus;* cette magnifique crevette rouge compte parmi les plus grands Macroures, elle peut atteindre 30^{cm} de longueur. Deux autres espèces presque aussi puissantes, l'*Aristeus antennatus* Risso et l'*Aristeomorpha foliacea* Risso, sont également très communes dans

l'Atlantique oriental; par contre l'*Aristeopsis armatus* Sp. B. est une espèce des plus rares; je n'en possède que deux spécimens qui ont été capturés par le *Talisman* (Cap Blanc, et îles du Cap Vert).

Parmi les Aristéinés à rostre court et à fouets antennulaires subégaux, il convient de signaler deux espèces américaines, l'une relativement commune, le *Benthesicymus Bartletti* Smith, l'autre beaucoup plus rare, le *Benthonectes filipes* Smith. Le *Gennadas elegans* Smith, signalé d'abord dans les eaux américaines, paraît assez répandu dans l'Atlantique oriental et dans la Méditerranée.

2° *Sténopidés*. — Cette petite famille est représentée par trois espèces, le *Stenopus spinosus* Risso, la *Richardina spinicincta* A. Milne-Edwards et la *Spongicola evoluta* sp. n., dont les deux dernières ont été découvertes par le *Talisman* et le *Travailleur*.

Je ne dirai rien de la *Richardina spongicola*, sinon qu'elle a été figurée par A. Milne-Edwards dans son *Recueil de Crustacés nouveaux ou peu connus*, et que ses représentants sont peu nombreux dans la collection soumise à mes recherches. Elle n'est pas connue dans la Méditerranée, mais on la trouve dans l'Océan indien, où elle a été recueillie par les zoologistes de l'*Investigator*. C'est toujours un Crustacé de petite taille.

La *Spongicola evoluta* présente un plus grand intérêt. Très voisine de la *Sp. Kœhleri* Caullery capturée dans le golfe de Gascogne par le *Caudan*, elle s'en distingue au premier abord par son rostre mieux armé, par son telson élargi en arrière et par l'endopodite plus long de sa nageoire caudale. Elle présente la même formule branchiale que les deux autres espèces du genre, la *Sp. venusta* de Haan et la *Sp. Kœhleri*; toutefois, les épipodites de ses maxillipèdes sont transformés en lames aussi larges que longues, et ceux des pattes ambulatoires ont tous disparu, laissant pour vestiges de larges cicatrices. En somme, l'espèce qui nous occupe est à un degré d'évolution bien plus avancé que les deux autres; elle n'a plus que les cicatrices des appendices épipodiaux qui caractérisent son ancêtre immédiat, la *Spongicola Kœhleri*, appendices qui existent vraisemblablement encore dans ses larves. Nulle autre espèce, à mon avis, ne conserve mieux la trace de ses modifications évolutives. La *Sp. evoluta* a été capturée par le *Talisman*, au large des côtes du Sahara, sur un fond de 882^{m}. Comme les autres *Spongicola*, elle doit sans doute se loger dans une Éponge.

PHYSIOLOGIE DE LA VISION. — *Le conflit de l'image primaire et de l'image accidentelle, appliqué à la théorie de l'inévitable variabilité des impressions rétiniennes qu'excitent les objets éclairés par des sources lumineuses de valeur constante.* Note de M. **A. Chauveau.**

Nous ne pouvons pas voir un objet quelconque, éclairé de n'importe quelle manière, sans en percevoir à la fois l'*image primaire* ou *objective* et l'*image accidentelle* ou *subjective* qui en est l'accompagnement nécessaire. La coexistence et la superposition ou la disjonction de ces deux images entraînent des modifications spontanées, absolument inévitables, dans la coloration et l'éclat avec lesquels l'objet apparaît à l'observateur. Ces modifications sont bien connues des spécialistes qui se sont appliqués à la détermination difficile et encore controversée du mécanisme qui préside à la formation de l'*image accidentelle*. On peut très bien les étudier en elles-mêmes, comme conséquences du conflit des deux images, sans se préoccuper du mécanisme de la formation de ces images. L'explication immédiate de la variabilité des caractères de la visibilité des objets devient alors très simple et retient facilement l'attention.

Il y a, pour cette étude, des procédés qui sont à la portée de tout le monde. Je me crois tenu d'indiquer la meilleure manière de les mettre en œuvre.

Dispositif expérimental. — On peut recourir au procédé usuel qui consiste à regarder un morceau de papier blanc de forme géométrique régulière, tel un quadrilatère allongé, posé sur un écran sombre, noir ou coloré.

Il faut, naturellement, se conformer à toutes les indications classiques qui ont pour but d'assurer, au moment de l'observation, la libération de la membrane rétinienne de toute persistance d'impressions consécutives antérieures.

L'écran qui forme le fond sur lequel se détache l'objet observé se trouve dans les conditions les plus favorables s'il est éclairé par un ciel couvert d'une couche nuageuse peu épaisse, de teinte gris clair.

On se trouve bien d'opérer dans une grande et longue pièce, nue, pourvue d'une seule fenêtre, à l'une de ses extrémités. En exposant l'écran plus ou moins loin de cette fenêtre à la lumière du ciel, on obtient toutes les intensités d'éclairage dont on peut avoir besoin. Il est avantageux pour l'opérateur de faire ses observations en tournant le dos directement à la fenêtre, pour éviter les colorations propres à l'intervention de l'éclairage de l'œil par la *fenêtre latérale.*

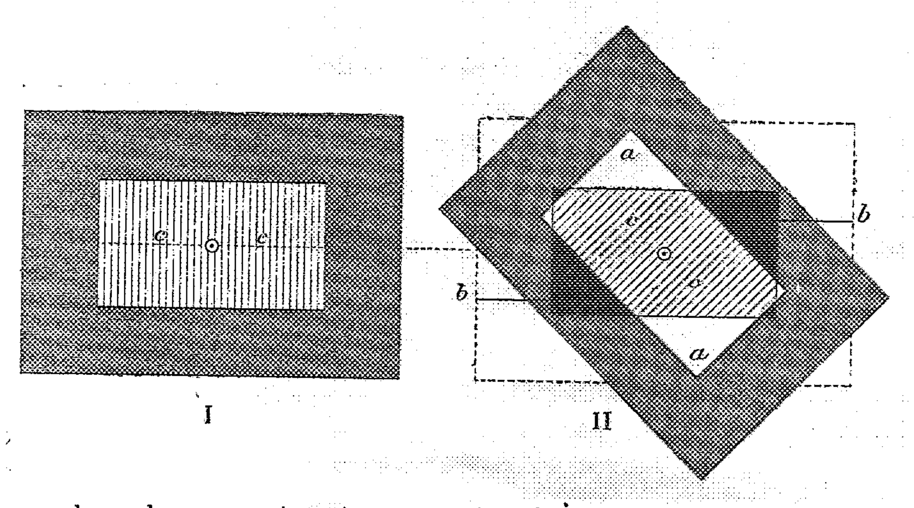
Il va sans dire qu'il n'y a dans ces indications rien de nécessaire et qu'on peut opérer dans toutes les conditions d'éclairage, même à la lumière artificielle. Mais il faut alors

tenir compte des colorations qui sont le fait de la nature de la lumière ou des reflets qu'elle emprunte aux objets ambiants. On comprend néanmoins qu'il y a tout avantage à essayer d'agir dans les conditions les plus simples, avec de la lumière blanche.

Image résultante. — Il est entendu que l'impression produite sur la rétine par la figure géométrique observée est complexe. Ce que l'œil voit, en regardant cet objet blanc, est une *image résultante* formée par la superposition de deux images : l'*image objective, primaire;* l'*image subjective*, dite *accidentelle* ou *consécutive*.

Pour le prouver, il suffit d'opérer la disjonction partielle des deux images au moyen du petit artifice ci-après, qui permet d'obtenir d'un seul coup tous les renseignements dont il est nécessaire de se pourvoir.

La figure I représente un écran noir sur lequel on a collé un petit parallélogramme de papier blanc très épais. Au centre est percée une ouverture pour l'introduction à frottement d'une épingle, dont la tête est en saillie sur la figure et qui, fichée sur une pelote dure, fait l'office d'un axe



I II

autour duquel on peut imprimer certains déplacements au système, pendant que le regard se fixe avec la plus grande attention au centre même de la figure. Pour faciliter cette attention, sans laquelle il n'y a pas de bonne expérience, un petit cercle est tracé autour du trou et de la tête d'épingle qui le couvre. C'est sur l'aire circonscrite par ce cercle que doit s'opérer l'accommodation.

Après quelques secondes de fixation du regard, si l'on imprime à l'écran un double déplacement, qui lui donne et lui retire instantanément la position de la figure II, pendant l'instant très court où il garde cette position,

l'image primaire, *aa*, et l'image accidentelle, *bb*, se disjoignent par leurs angles. L'image accidentelle, *toujours négative*, se montre telle qu'elle s'est imprimée sur la rétine, c'est-à-dire dans sa position première. Là où elle n'est pas restée en conjonction avec l'image primaire, c'est-à-dire vers ses angles, elle s'enlève nettement en noir sur noir. Quant à l'image primaire, la seule qui ait changé de position, elle prend sur ses angles un ton blanc très vif, parce que ces parties se sont mises en rapport avec des points de la rétine qui ne sont pas occupés par l'image accidentelle ou consécutive.

Ce ton blanc, par son contraste avec la teinte grise plus ou moins foncée qui couvre les parties *cc* de la figure, où s'est continuée la conjonction des deux images, fait parfaitement juger du degré d'assombrissement que l'image primaire peut éprouver de l'intervention de son image consécutive.

En somme, l'*image résultante* qui est perçue dans ces conditions est toujours *grise*, jamais d'un *blanc franc*.

Influence de la couleur de l'écran sur celles des images objective et subjective. — Toutes les constatations dont il vient d'être parlé se répètent lorsque la figure blanche observée repose sur des fonds colorés, remplaçant le fond noir. Seulement, dans les points où s'opère la disjonction fugitive des deux images, on voit toujours l'*image objective* avec la couleur complémentaire de celle de l'écran et l'*image subjective* avec la teinte même de cet écran. Quant à la région où la superposition des deux images se conserve en permanence, la couleur propre de la figure géométrique y est plus ou moins voilée par une teinte mixte résultant de la combinaison de celles des deux images composantes. C'est donc comme avec l'écran noir. Mais ici, dans le ton mixte qui assombrit le blanc de l'objet observé, prédomine et se distingue toujours la couleur du fond à un faible degré de saturation.

Marche de l'obnubilation de l'image primaire par l'image consécutive dans le cas de l'écran noir. — Je suppose le cas idéal du noir absolu, qu'il n'est pas rare, dans des conditions favorables d'éclairage, de réaliser pratiquement d'une manière suffisante. Si l'écran, *nu*, ayant été attentivement regardé pendant une vingtaine de secondes, on y laisse tomber le parallélogramme de papier, disposé *ad hoc*, la couleur blanche de cet objet est, *au tout premier moment*, perçue dans tout son éclat, sans la moindre altération apparente. C'est qu'alors l'*image accidentelle* n'existe pas encore. Mais elle commence son apparition à ce moment même, c'est-à-dire à l'instant précis où l'accommodation de la vue sur le centre de la figure en fait voir distinctement l'*image primaire*. La notion de l'exacte contemporanéité de la formation des deux images s'impose de suite. Ce qui est *consécutif* dans

l'*image subjective*, ce n'est pas sa naissance, mais l'accroissement de sa valeur par rapport à celle de l'*image objective*. Celle-ci prend immédiatement toute sa valeur. Celle-là, d'abord insaisissable tant elle est faible, s'accentue graduellement. Elle arrive avec rapidité à prendre une valeur qu'elle ne peut jamais dépasser et autour de laquelle s'effectuent les oscillations, bien connues, que l'observateur constate pendant qu'il s'efforce, le plus souvent infructueusement, de maintenir la superposition des deux images, en continuant à accommoder sa vue sur le point central de la figure.

C'est dans cette dernière période que les caractères de la variabilité de l'image primaire se manifestent avec les plus grands écarts. Mais on constate aussi ces caractères pendant la période précédente. L'augmentation de l'éclat de l'image objective est facilement amenée par les grandes inspirations et les mouvements des muscles palpébraux ou sourciliers. Ce sont là, en effet, des agents d'affaiblissement des images accidentelles.

Marche de l'obnubilation de l'image primaire par l'image consécutive dans le cas des écrans colorés. — C'est exactement la même que dans le cas de l'écran noir. Seulement l'image primaire, vue sur le fond coloré, après que celui-ci a été attentivement regardé pendant une vingtaine de secondes, n'est jamais blanche. Elle apparaît toujours avec la couleur complémentaire de celle du fond, souvent même assez fortement saturée. Ainsi, sur le rouge, l'image est d'un vert bleu très vif; sur le bleu indigo, d'un beau jaune, etc.

C'est sur cette teinte complémentaire qu'au moment même où l'objet se place sous l'œil accommodé de l'observateur commence à apparaître et se développe la teinte propre de l'image consécutive, c'est-à-dire la couleur fondamentale de l'écran. D'où l'affaiblissement de l'éclat de l'image primaire, éclat qui peut instantanément reparaître sous l'action des influences signalées tout à l'heure.

Influence de l'affaiblissement de l'intensité de la source lumineuse sur les valeurs respectives de l'image primaire et de l'image accidentelle de l'objet éclairé. — On réalise les conditions qui permettent d'étudier cette influence, d'une part en s'éloignant de plus en plus de la fenêtre par laquelle pénètre dans la pièce la lumière éclairante, d'autre part en rétrécissant les dimensions de cette fenêtre à l'aide des volets pliants dont elle peut être pourvue. Enfin on a recours aux lueurs extrêmement atténuées de la fin du crépuscule ou de l'aurore naissante.

Tout se passe avec les éclairages graduellement décroissants comme avec l'éclairage initial. Seulement on fait cette importante constatation

que, dans le conflit des images, l'action de l'image primaire devient de moins en moins prépondérante. Celle de l'image accidentelle arrive à prédominer et finit, comme on le sait, par éteindre complètement la visibilité de l'image primaire.

Les valeurs respectives de l'image primaire et de l'image accidentelle dans le cas de déplacement incessant du regard accommodé sur la surface de l'objet observé. — A l'inverse de l'extinction complète de l'image primaire, peut-on arriver à en conserver l'éclat en entravant plus ou moins la formation de l'image accidentelle? Étant donné l'influence que la fixité du regard exerce sur cette formation, il semble que, si l'œil, accommodé à la distance de l'objet observé, se promène sur sa surface sans s'arrêter en aucune région particulière, la couleur blanche de cet objet ne puisse être couverte par la teinte de l'image accidentelle au point d'en être réellement assombrie. Mais l'expérience montre que ce résultat ne s'obtient que d'une manière incomplète avec les écrans colorés et qu'il faut recourir à l'observation du blanc sur fond noir pour se rapprocher du succès. Celui-ci n'est jamais irréprochable. Mais il est certain que, dans les conditions ci-dessus indiquées, l'*éclat du blanc sur noir ne semble pas sensiblement diminué par les variations spontanées tenant à l'image accidentelle. Il est en tout cas plus fixe.*

Effets de l'oscillation du regard entre deux points seulement de la surface de l'objet observé. — Si l'application erratique du regard, accommodé à la surface de l'objet qui s'enlève en blanc sur noir, conserve à l'éclat de l'image primaire une valeur à peu près constante, il n'en est pas de même lorsque le déplacement de l'angle optique ne s'opère qu'entre deux points déterminés de la surface. Ainsi, la figure blanche en forme de parallélogramme rectangle qui sert d'objet d'observation peut être divisée en deux parties par une ligne transversale coupant à angle droit le grand axe de la figure. On obtient de cette manière deux figures, à peu près carrées, dont on marque les centres par un point noir plus ou moins étendu. L'œil s'adapte à l'un de ces centres, le droit par exemple, et s'y accommode. On provoque ainsi la naissance d'une image accidentelle, qui s'étale sur la totalité de la figure, avec les mêmes apparences de vigueur dans la moitié gauche que dans l'autre. Si alors, la direction du regard changeant brusquement, il se porte de la moitié droite sur le centre de la moitié gauche, celle-ci s'assombrit pendant que celle-là s'éclaire. Le rappel du regard à sa première position produit l'effet inverse : la moitié gauche s'éclaire; la moitié droite s'assombrit. Ces alternatives croisées d'obscurcissement et d'éclairage peuvent se poursuivre presque indéfini-

ment, tout en s'atténuant sensiblement quand les déplacements alternants de l'image accidentelle négative se succèdent très rapidement.

Il n'y a là qu'un mode particulier de disjonction des images primaire et accidentelle. Cependant il était nécessaire de le signaler, parce qu'il peut s'introduire à notre insu dans les observations et contribuer à modifier les caractères de visibilité de l'image primaire.

L'image primaire et l'image accidentelle dans le cas où l'objet est vu double par l'effet d'une accommodation primitive lointaine. — Considérons le cas où l'écran et l'objet blanc qui s'en détache, au lieu d'être regardés directement, sont placés à proximité du trajet du regard fixé sur un point éloigné. Ils sont vus doubles et, suivant la distance où ils se trouvent de l'œil, leurs deux silhouettes sont tout à fait séparées ou chevauchent l'une sur l'autre. Elles apparaissent nécessairement avec peu de netteté. Mais on peut toujours, dans des conditions favorables d'éclairage et si les dimensions et la forme de l'objet blanc s'y prêtent, arriver, après des tâtonnements plus ou moins nombreux, à projeter ces silhouettes sur un rideau imaginaire où l'œil accommodé à la distance réelle de l'objet en distingue très nettement tous les détails.

Elles tendent, naturellement, à se rejoindre et à se fusionner. Le maintien de leur disjonction est singulièrement favorisé si l'on a eu soin de couper en deux la figure blanche par un gros trait vertical. Cette ligne noire forme comme une limite imposée au croisement des deux silhouettes qui, alors, ne se superposent plus que dans les deux moitiés adjacentes. La figure se compose ainsi de trois parties égales : l'une, moyenne, vue avec les deux yeux; les deux autres, latérales, vues, la gauche avec l'œil droit, la droite avec l'œil gauche.

La figure ainsi transformée par un artifice de vision se comporte exactement comme la figure simple vue dans les conditions ordinaires; elle se prête aux mêmes constatations si l'on y étudie les relations de l'image primaire et de l'image consécutive.

Ainsi, quand l'œil se promène sans se fixer nulle part sur l'ensemble de la figure, l'éclat de l'image primaire, toujours plus vif dans la partie moyenne vue avec les deux yeux, paraît rester invariable. Avec cette image primaire coïncide certainement une très faible image consécutive. Toutefois, aucun artifice ne parvient à en déceler l'existence d'une manière certaine.

Mais, aussitôt que la vue se fixe sur le centre de l'une des trois parties de la figure, la couche grise de l'image accidentelle s'étale sur l'image pri-

maire et est mise en évidence par les moyens qui opèrent la disjonction des deux images.

Conclusion. — Cet exposé systématique résume succinctement l'étude de l'influence que le conflit des images objective et subjective exerce sur l'éclat et la visibilité des objets qui se présentent, dans certaines conditions, à l'examen de notre œil. Il n'a pas d'autre mérite que de bien faire voir à quelles difficultés et quelles embûches sont exposés les physiologistes appelés à se prononcer sur la valeur relative de telles ou telles impressions rétiniennes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chaleur de formation de l'hydrure de sodium. Acidité de la molécule d'hydrogène.* Note de M. DE FORCRAND.

I. Dans un travail publié il y a cinq ans [1], j'ai montré que l'on pouvait calculer l'acidité d'un composé hydrogéné en tenant compte de la nature des éléments unis à l'atome d'hydrogène salifiable et de leur éloignement. Je concluais notamment que *l'acidité propre de l'atome* d'hydrogène solide était de $+18^{Cal},43$.

En réalité, ce nombre n'exprime pas exactement la valeur thermique de la réaction

$$H^2 \text{ sol.} + \text{Na sol.} = \text{NaH sol.} + \text{H gaz}$$

comme on le verra plus loin, cette dernière réaction donnant l'*acidité de la molécule* d'hydrogène solide, mais les deux valeurs sont assez voisines et l'on peut passer de l'une à l'autre.

Les belles expériences de M. Moissan ayant permis de préparer l'hydrure NaH, je me suis proposé de déterminer sa chaleur de formation et, par là, de vérifier le résultat annoncé.

L'expérience paraît simple, M. Moissan nous ayant appris que l'hydrure NaH se dissout instantanément dans l'eau et que l'hydrogène dégagé ne s'enflamme pas.

Quant au calcul à faire pour rapporter le nombre à H^2 solide, il est possible en appliquant la relation générale $\frac{L+S}{T} = 30$, qui donne pour H^2 : $0^{Cal},60$.

II. Les plus grandes difficultés expérimentales viennent de la préparation même de l'hydrure NaH, lorsqu'on veut l'obtenir exempt à la fois

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1520 et 1758; t. CXXXI, 1900, p. 36.

de soude et de sodium, et en quantité suffisante. J'ai suivi exactement les prescriptions données par M. Moissan, qui doivent être observées minutieusement sous peine de tout compromettre. Les seules modifications que j'ai apportées sont l'emploi d'un laveur à sulfate chromeux pour retenir les dernières traces d'oxygène, et le mode de chauffage du tube au moyen d'un chauffe-tube électrique réglé à 375°-380°.

Il m'a fallu chaque fois de 24 à 30 heures d'expérience non interrompue pour réunir en avant des nacelles un dépôt d'hydrure blanc, ayant l'aspect d'un volumineux tampon de ouate, et dont le poids atteignait seulement de 7^{mg} à 38^{mg}.

Ces poids sont très faibles et l'on doit apporter beaucoup de précision aux lectures pendant l'opération calorimétrique.

Voici les résultats de quatre expériences :

	I.	II.	III.	IV.
Poids de l'hydrure NaH.........	$0^g,0120$	$0^g,0380$	$0^g,0227$	$0^g,0070$
Chaleur de dissolution pour 24^g..	$+23^{Cal},79$	$+27^{Cal},69$	$+26^{Cal},12$	$+25^{Cal},65$

La moyenne est $+25^{Cal},80$.

Malgré la difficulté des expériences, je crois que l'erreur possible n'atteint pas 1^{Cal} en plus ou en moins.

Il suffit de retrancher ce nombre de la chaleur de dissolution connue (M. Joannis) de Na dans Aq, soit $+42^{Cal},40$, pour obtenir

$$H^2 \text{ gaz} + \text{Na sol.} = \text{NaH sol.} + \text{H gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{Cal},60$$

et, à partir de H^2 sol :

$$H^2 \text{ sol.} + \text{Na sol.} = \text{NaH sol.} + \text{H gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{Cal},00$$

C'est *la valeur de l'acidité de la molécule d'hydrogène solide*.

III. Ce résultat conduit aux remarques et conclusions suivantes :

1° En négligeant, comme on le fait toujours, la chaleur dégagée par l'union des atomes (d'hydrogène ou de sodium) pour former les molécules, le nombre $+16^{Cal},60$ peut être pris pour mesure de l'affinité d'un atome-gramme d'hydrogène gazeux pour un atome-gramme de sodium solide

$$\text{H gaz} + \text{Na sol.} = \text{NaH sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +16^{Cal},60$$

M. Güntz a trouvé récemment, en calculant de la même manière,

$$\text{H gaz} + \text{Li sol.} = \text{Li H sol.} + 21^{Cal},60,$$
$$H^2 \text{ gaz} + \text{Ba sol.} = \text{Ba}H^2 \text{ sol.} + 18^{Cal},75 \times 2,$$
$$H^2 \text{ gaz} + \text{Ca sol.} = \text{Ca}H^2 \text{ sol.} + 23^{Cal},10 \times 2.$$

2° Ces derniers nombres sont assez voisins de celui que j'obtiens pour le sodium, mais cependant un peu plus élevés; et ces comparaisons montrent une fois de plus que le lithium s'écarte des métaux alcalins et se rapproche des métaux alcalino-terreux.

3° Le nombre que j'avais calculé en 1900 et déduit d'autres expériences, soit $+18^{Cal},43$, exprime ce que j'ai appelé l'*acidité propre* de l'atome d'hydrogène solide. Il ne mesure donc exactement ni la réaction

$$H^2(\text{gaz ou solide}) + \text{Na sol.} = \text{NaH sol.} + \text{H gaz},$$

c'est-à-dire l'acidité de la *molécule* d'hydrogène, laquelle est de $+16^{Cal},60$ ou $+16^{Cal},00$, ni l'affinité des atomes

$$\text{H (gaz ou solide)} + \text{Na sol.} = \text{Na H sol.}$$

Ce nombre $+18^{Cal},43$ serait plutôt la mesure de l'acidité d'un composé R — H solide dans lequel le radical ou atome R serait *neutre*, c'est-à-dire sans action sur l'acidité propre de l'atome d'hydrogène salifiable. De tels composés peuvent exister, notamment le groupe $-CH^2$ ou $-CH-A$ (c'est-à-dire l'éthylène) donnerait précisément une valeur voisine de $+18^{Cal},43$, parce que l'atome C a une influence positive de $+3^{Cal},01$ tandis que l'atome d'hydrogène de CH a une influence négative de $-2^{Cal},88$, de sorte que l'influence de CH est sensiblement nulle.

Mais lorsque, dans le cas actuel, nous considérons la molécule d'hydrogène H — H, pendant que l'un des atomes de cette molécule se salifie par Na, l'autre intervient avec son influence négative $-2,88$, et diminue en fait l'*acidité propre* de l'atome d'hydrogène salifiable. De sorte qu'au lieu de $+18^{Cal},43$, nous obtenons $+18,43-2,88$, soit $+15^{Cal},55$ ou sensiblement (trouvé : $+16,00$).

En prenant $+16,00$, on trouverait $+18^{Cal},88$ pour l'*acidité propre* de l'atome d'hydrogène solide. Le résultat de mes dernières expériences est donc bien d'accord avec celui que j'avais annoncé.

4° Évidemment la réaction

$$\text{Na H sol.} + \text{Na sol.} = \text{Na}^2\text{ sol.} + \text{H gaz}$$

doit *absorber* $16^{Cal},60$.

De sorte que l'acidité du second atome d'hydrogène devient $-16^{Cal},60$, au lieu de $+18^{Cal},88$.

La différence est de $-35^{Cal},48$. Ce nombre exprime l'influence *négative* de l'atome du sodium.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la réduction de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Une Note de M. le professeur Jaboulay (*Lyon médical*, 25 septembre 1904) où se trouve signalée la longue durée de la réduction de l'oxyhémoglobine, dans un cas de shock chirurgical (après une anesthésie prolongée), nous a inspiré l'idée de rechercher méthodiquement si l'oxyhémoglobine de différents sangs anormaux est réduite, dans le même temps, par un agent réducteur toujours le même, et en quantité exactement proportionnelle à celle de l'hémoglobine.

Après d'assez nombreux tâtonnements, nous nous sommes arrêtés à la méthode suivante :

Nous préparons une solution décinormale de sulfate ferreux, et une solution de permanganate de potasse qui permet de vérifier le titre de la précédente. 5^{cm^3} de la solution de sulfate ferreux sont étendus à 100^{cm^3} avec de l'eau distillée, privée de la plus grande partie de l'air qu'elle renferme, par une ébullition prolongée. C'est cette solution qui constitue notre réactif réducteur. Elle est préparée au moment de chaque expérience, après vérification du titre de la liqueur initiale.

Afin d'employer chaque fois une quantité de réactif exactement proportionnelle à la quantité d'hémoglobine sur laquelle on opère (ce qui est absolument indispensable), il faut, préalablement, faire un dosage aussi précis que possible de l'hémoglobine. Nous faisons ce dosage avec le colorimètre de Dubosq, en prenant comme étalon une solution de rouge, dont la couleur correspond à celle que l'on obtient en diluant 1^{cm^3} de rouge *normal* dans 99^{cm^3} d'eau (¹).

Pour déterminer le temps de la réduction, nous retirons de l'intérieur du vaisseau, avec une seringue de Pravaz bien calibrée, $0^{cm^3},5$ de sang, et nous l'introduisons, sans contact avec l'air, dans un tube contenant 50^{cm^3} d'eau bouillie et refroidie à la température du laboratoire. Nous y ajoutons alors notre réactif réducteur; et, juste à partir de ce moment, nous comptons exactement le nombre de minutes qui s'écoulent jusqu'à la fusion des deux bandes d'absorption du spectre de l'oxyhémoglobine. Nous avons soin que

(¹) Il serait préférable de doser l'oxyhémoglobine. C'est ce que nous avons fait plusieurs fois avec l'hématospectroscope d'Hénocque. Mais nous n'avons pas trouvé que cet instrument nous donnât des résultats suffisamment précis.

le tube placé devant le spectroscope soit à une distance invariable de la lampe ([1]).

Pour $0^{cm^3},5$ de sang normal, nous ajoutons $1^{cm^3},4$ de notre réactif ([2]). Si la couleur d'un sang donné était moitié de la couleur du sang normal, nous ajouterions, naturellement, $0^{cm^3},7$.

En opérant exactement dans ces conditions nous avons constaté les faits suivants :

1° Le temps de réduction de l'oxyhémoglobine dans le sang artériel d'un chien normal est compris, généralement, entre 18 et 20 minutes.

2° Si l'on dilue le sang normal de moitié, des trois quarts, etc., avec de l'eau bouillie, et qu'on emploie la moitié, les trois quarts de la quantité de réactif précédemment indiquée, le temps de réduction reste le même (18 à 20 minutes).

3° Dans l'anémie, naturellement avec une quantité de réactif proportionnelle à l'hémoglobine, le temps de réduction est très augmenté. Ainsi, chez un chien, le lendemain d'une infusion intraveineuse de 1^l d'eau distillée, le temps de réduction, qui était normal avant l'infusion, s'est élevé à 38 minutes et, après une infusion de sérum d'un chien anormal, à 70 minutes. Chez un autre chien rendu également anémique, le temps de réduction était de 65 minutes.

4° L'inhalation prolongée de chloroforme et d'éther augmente aussi beaucoup le temps de réduction.

5° L'infection microbienne du sang, par divers microbes, notamment par un staphylocoque très virulent, ayant amené une forte réaction fébrile, a paru sans influence sensible sur le temps de réduction.

6° Dans le sang veineux normal, le temps de réduction est généralement moindre de 3 minutes, relativement à celui du sang artériel.

La recherche du temps de réduction par notre méthode peut être faite chez l'homme, car il est très facile, avec une aiguille stérilisée, de recueillir $0^{cm^3},5$ de sang dans une veine à l'abri de l'air. Chez plusieurs anémiques,

---

([1]) Celle-ci est une source de chaleur; or le temps de réduction est diminué par l'élévation de la température.

([2]) Nous nous sommes arrêtés au choix (arbitraire) de $1^{cm^3},4$, parce qu'avec 1^{cm^3} seulement de réactif le temps de réduction est trop long, ce qui rend l'observation incommode. Il est à remarquer que si, pour $0^{cm^3},5$ de sang, on prenait $0^{cm^3},7$ de réactif, c'est-à-dire la moitié, le temps de réduction deviendrait *bien supérieur* au double du temps de réduction nécessaire avec $1^{cm^3},4$ de réactif.

nous avons observé que le temps de réduction s'élevait à 40, 50 et jusque 60 minutes.

Comme nous dosons l'hémoglobine par colorimétrie, et que, dans divers états pathologiques, il n'y a pas corrélation entre la couleur du sang et sa teneur en fer (Ch. Bohr, Bard, Rosin et Jelleneck, etc.), on aurait pu objecter que notre dosage d'hémoglobine est erroné, et que, en conséquence, la discordance que nous signalons entre la quantité d'hémoglobine et le temps de réduction n'est pas réelle. Mais l'énorme écart que nous avons trouvé entre le temps normal de réduction et celui de l'anémie fait tomber cette objection, car l'erreur possible sur la détermination de l'hémoglobine est loin d'atteindre un pareil écart.

Dans nos recherches, poursuivies depuis plusieurs mois, nous avons été aidés d'une manière aussi intelligente que dévouée par M. Sargeul, préparateur de notre laboratoire.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les* Rhabdocarpus, *les graines et l'évolution des Cordaïtées*. Note de M. Grand'Eury.

Les Cordaïtes, n'ayant pas excité la curiosité comme les autres plantes houillères, ont été délaissées et sont très incomplètement représentées dans les collections.

Ce sont cependant des fossiles répandus et abondants, remplissant dans le bassin franco-belge de nombreux bancs de schistes, et formant à Saint-Étienne une partie notable de la houille. Éminemment phyllomanes, elles sont surtout représentées par des feuilles très grandes par rapport aux faibles rameaux qui les ont portées. Leur bois à l'état de tiges souvent sidérifiées, et de fusain, joue dans la houille le rôle des bois résineux dans le lignite, et, bien que de nature ligneuse, leurs tiges dressées font partie des forêts fossiles et leurs racines abondent dans les sols de végétation fossiles : aussi leurs branches, feuilles, fleurs et graines se trouvent-elles souvent rassemblées comme les débris de plantes enfouis ensemble, non seulement dans le Stéphanien, mais aussi à Jägersfreude près Sarrebruck, à Cuesmes près Mons, à Dorignies près Douai, etc.

Aux trois genres de ces feuilles uniformément striées, que, autrefois, j'ai pu distinguer en faisant appel aux organes de reproduction, je suis en mesure d'en ajouter un quatrième des plus importants, réunissant les vrais *Rhabdocarpus* connus de forme et de structure, à des feuilles particulières que d'autre part je crois pouvoir raccorder aux *Poroxylon*.

Ces feuilles repliées, déchirées, rarement entières, sont les plus grandes du genre, étant susceptibles d'atteindre une longueur de 1^m et une largeur de $0^m,15$ à $0^m,20$. Très minces et striées d'une manière analogue au *Cord. principalis* Ger., elles sont recouvertes de nervures invraisemblablement égales jusqu'au bord et jusqu'au bout. Mais, vers leur base d'attache, les feuilles s'atténuent et se rétrécissent rapidement, les nervures se renforcent, se condensent, et, particularité qui m'avait échappé, elles sont remplacées par des stries irrégulières qui ne correspondent plus d'une face à l'autre; la lame charbonneuse se dédouble et la feuille passe insensiblement à un pétiole. Celui-ci s'adapte aux cicatrices très épaisses situées sur coussinets de branches peu charbonneuses et striées, bien différentes par conséquent de celles des Cordaïtes. Or, par leurs stries, les pétioles et branches reflètent la structure corticale des *Poroxylas,* et les cicatrices, par leurs traces vasculaires, la section anatomique de la base des feuilles. Enfin, avec ces feuilles très nombreuses au milieu et en haut du Stéphanien, gisent leurs branches, beaucoup de *Rhabdocarpus,* et des axes floraux auxquels sont attachés de gros et longs bourgeons mâles et femelles, sans bractées.

En raison de cette communauté de gisement, les *Rhabdocarpus* se rapportent aussi bien à ces feuilles et branches que les *Cardiocarpus* aux Cordaïtes. Petits, les *Cardiocarpus* ressemblent assez aux graines insérées sur les épis de Cordaïtes pour que leur attribution à ces plantes ne laisse aucun doute; on s'accorde aussi à leur rapporter les moyens et même les plus gros tels que *Card. reniformis, drupaceus* Br., bien qu'on ne les puisse pas mieux relier par le fait à ces feuilles que les graines polygones et polyptères aux Névroptéridées.

Les *Cardiocarpus,* tous symétriques par rapport à un plan, sont excessivement variés de grosseur, de forme, de structure.

Tout au contraire les feuilles sont si analogues que, y compris celle des *Rhabdocarpus*, les fragments n'en sont que difficilement déterminables, et il les faut avoir complètes et les examiner et comparer avec la plus grande attention, pour saisir entre elles quelques différences constantes touchant la forme des feuilles, leur extrémité, l'épaisseur du limbe, la nervation serrée ou espacée, égale ou inégale, uniforme ou plus dense vers le milieu que sur les bords, etc.

Comme diversité, les graines l'emportent de beaucoup sur les feuilles et, même en faisant plus que leur part aux variations ordinaires, aux états de conservation, à l'inconnu, la disproportion persiste. On a institué au moins cinq fois plus d'espèces de graines que d'espèces de feuilles de Cordaïtes. En maints endroits, avec des feuilles peu différentes, sont associés plusieurs types de graines. Dans les Calcédoines de Grand'Croix en particulier, on a reconnu autant de genres de graines que l'on a pu distinguer d'espèces de feuilles. En cherchant à rattacher spécifiquement les graines aux feuilles

j'en ai trouvé d'assez différentes, dans le Westphalien et le Stéphanien, avec les mêmes feuilles ou des feuilles très semblables du *Cord. Corassifolius* St.

L'évolution des Cordaïtées fait également bien ressortir l'anomalie.

Envisageons d'abord les *Dory-Cordaïtes* dont les feuilles sont seulement plus minces et les nervures plus fines en bas qu'en haut du terrain houiller. Dans le bassin franco-belge, les feuilles sont accompagnées de *Card. Lindleyi* Carr., *Piteairniae* Lind. *cornutus* Daw., graines que j'ai trouvées à Anzin, à Sin, portées au bout de pédicelles d'*Antholites* analogues à ceux décrits par M. Carruthers ([1]). Dans le bassin de la Loire, ces feuilles sont accompagnées de *Samaropsis fluitans* Daw. *forensis* Gr., graines que j'ai trouvé appliquées à la base d'écailles florales d'autres sortes d'Antholites ([2]). Jusqu'à présent je n'ai pas rencontré dans le Stéphanien les Antholites du Westphalien, et réciproquement. Quoi qu'il en soit, à des feuilles qui s'identifient au *Cord. palmaeformis* Göpp. ou qui s'en rapprochent, appartiennent deux genres de fleurs et cinq espèces de graines.

Avec les Cordaïtes peu différentes des Dory-Cordaïtes se trouvent d'autres graines, déjà variées, mais petites dans le Westphalien moyen, avec des *Cardiocarpus* du type *emarginatus* Göpp. à Louisenthal, Liévin, etc. Dans l'étage des Cordaïtes, où le groupe manifeste son maximum de puissance par des épis mâles et femelles extrêmement nombreux, les graines sont très variées parmi des feuilles que séparent de simples nuances, et, sans que ces feuilles changent sensiblement de la base au sommet de la série des couches à Saint-Étienne, les graines sont loin de rester les mêmes, de nouveaux types apparaissant en haut.

D'après tout cela, ne pourrait-on se représenter l'évolution des Cordaïtées comme s'étant principalement opérée sous la poussée de forces internes, par les organes de reproduction, pendant que, sous l'influence d'un climat invariable pesant sur un milieu marécageux, les feuilles et autres organes de végétation ont comparativement pu changer. On a vu ([3]) que les graines des Névraptéridées sont également plus diversifiées que les feuilles. Les Cryptogames vasculaires les plus fixés dans le temps ont enfin varié davantage par les organes de fructification que par ceux de végétation; qu'il me suffise ici de citer le *Calamites Suckowi* Br., dont toutes

---

([1]) *Geological Magazine,* février 1872 (extrait p. 7).

([2]) *Géol. paléont. du bassin h. du Gard,* 1890, p. 331.

([3]) *Comptes rendus,* 14 novembre 1904, p. 785.

les parties ont été réunies à Tamines (bassin de la Sambre), à Courmunaz en bas, et au Treuil, en haut du Stéphanien; à ces trois endroits, les tiges, branches et feuilles sont tout au moins semblables, tandis que les épis connexes sont génériquement différents, ceux de Tamines se rapprochant beaucoup du *Palaeostachya gracillima* Weiss, et ceux du Treuil étant identiques au *Calamostachya vulgaris* Gr. Les échantillons recueillis seront publiés et envoyés au Muséum.

RAPPORTS.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau; MM. Bouquet de la Grye, Hatt, Bassot, Lœwy; H. Poincaré, rapporteur.)

La Commission chargée du contrôle de l'expédition de l'Équateur s'est, comme les années précédentes, réunie pour entendre le rapport de M. le commandant Bourgeois sur les opérations de l'année 1904. Elle a eu le regret de constater que les conditions climatériques ne se sont pas améliorées et que le retard qui s'était produit dans les années précédentes s'est encore accentué. Il y a 2 ans, nous pouvions espérer qu'on pousserait jusqu'à Cuenca avant la fin de 1903; il y a 1 an, nous comptions encore qu'on atteindrait ce point vers le milieu de 1904. En réalité, c'est seulement en novembre que les stations qui entourent cette ville ont pu être terminées. Depuis, on n'a pas pu marcher plus rapidement, de sorte qu'au mois de janvier on était encore à Tinajillas et Narihuima, à 50^{km} et 80^{km} au sud de Cuenca.

Ces retards sont extrêmement fâcheux et nous devons d'abord en rechercher la cause. Les renseignements fournis par les indigènes avaient fait croire que la contrée au sud de Riobamba était moins brumeuse que celle du nord. Ces renseignements étaient inexacts; les indigènes, en effet, ne s'aventurent pas volontiers dans les hautes régions et n'en connaissent pas bien le climat; en outre, ils n'apprécient pas les conditions météorologiques au même point de vue que les géodésiens et s'inquiètent peu des visibilités à grandes distances. On a donc été obligé de séjourner

aussi longtemps dans les nouvelles stations que dans les anciennes, les brumes s'opposant aux observations. Ces séjours prolongés à de grandes altitudes étaient d'ailleurs très pénibles pour le personnel. A Soldados, la foudre est tombée deux fois sur le campement. On était presque constamment entouré de nuages, et les officiers équatoriens, qui accompagnaient la mission et n'avaient jamais pénétré dans cette partie du pays, étaient étonnés d'y trouver un temps si constamment mauvais.

En revanche, d'autres incidents, qui avaient contribué à retarder les travaux dans les années précédentes, ne se sont heureusement pas reproduits. Il n'y a plus eu de destruction de signaux. Les efforts faits par le Gouvernement équatorien et le clergé local paraissent enfin avoir produit leurs fruits.

Malheureusement la santé du personnel a laissé à désirer, ce qui a occasionné aussi quelques retards. M. le capitaine Peyronnel, chef de la mission par intérim, a été atteint de fièvre et obligé d'interrompre son travail pendant plusieurs jours; les autres officiers, et en particulier M. le capitaine Lallemand et M. le docteur Rivet, ont été aussi fortement éprouvés. M. l'adjudant Lallemand, frappé par la fièvre jaune, a dû être rapatrié. Le personnel secondaire n'a pas été non plus épargné et plusieurs hommes ont été malades.

Enfin, les travaux ont subi, à la fin de l'année 1904, des retards imprévus par suite de la présence au Pérou de la peste bubonique qui a empêché la marche rapide des opérations de reconnaissance.

M. le capitaine Maurain, malade, a quitté l'Équateur au mois de juin; il a été remplacé, comme chef par intérim de la mission, par M. le capitaine Peyronnel qui était arrivé depuis la fin de janvier 1904. M. le docteur Rivet, qui avait passé en congé les premiers mois de l'année 1904, a repris son poste à la fin de mai; on sait qu'il fournit à la mission un concours actif, non seulement comme médecin et comme naturaliste, mais encore comme observateur. M. Maurain ne devant pas retourner en Amérique, M. le capitaine Massenet qui doit le remplacer est arrivé le 22 février 1905; il a pris le commandement par intérim auquel son ancienneté lui donnait droit. D'autre part, M. le capitaine Perrier est parti en congé au commencement de décembre et il doit retourner en Équateur au mois de mai; il sera accompagné de M. le capitaine Noirel, chargé spécialement des observations de pendule.

Triangulation. — On en était resté, à la fin de l'année précédente, au côté Danas-Sinigallay, à la hauteur du chemin de fer de Guayaquil; on en

était, à la fin de 1904, au côté Tinajillas-Narihuima, à un degré environ plus au sud; on avait donc fait seulement 11 stations, sans parler des opérations astronomiques de Cuenca. Il est probable que les stations de Chilla-Cocha et Fierro-Urcu sont aujourd'hui terminées et que nos observateurs sont actuellement à Guacha-Urcu et Colambo (latitude 4°20′ environ, latitude de Payta 5°5′). M. le capitaine Perrier a fait la reconnaissance et la construction des signaux jusqu'à la frontière péruvienne. Les brigades se suivent maintenant parallèlement, de sorte que les opérations sur les deux chaînes est et ouest sont simultanées à la même hauteur. Deux points sont à signaler. Dans les quatre dernières stations, on a employé l'héliostat concurremment d'ailleurs avec les mires, les signaux ayant été préalablement construits par les reconnaissances. On a observé en effet que, dans cette région, malgré la fréquence des brumes, le Soleil brille dès que les nuages sont dissipés, en sorte que, à part les jours où la visibilité est nulle, l'emploi de l'héliostat est possible.

D'ailleurs, comme l'héliostat est doublé par la mire, comme nous venons de l'expliquer, on n'est pas exposé à perdre une journée favorable.

En second lieu, afin de rattraper autant que possible le temps perdu, le capitaine Peyronnel, chef par intérim en 1904, a cru devoir remplacer les triangles de 50^{km} de côté, qui avaient d'abord été prévus, par des triangles beaucoup plus grands de 100^{km} environ : le nombre des stations se trouvera donc considérablement diminué, mais en revanche on peut se demander si le nombre des jours de visibilité suffisante ne va pas diminuer dans la même proportion. Toutefois les officiers ont observé qu'en dehors des jours, malheureusement trop fréquents, où les nuages couvrent les sommets les plus rapprochés et où aucune opération n'est possible, la vue s'étend à de grandes distances. Nous ne pouvons que nous en rapporter à leur expérience du pays.

Nous devons observer que les dimensions de ces triangles devront être progressivement réduites à mesure qu'on approchera de la nouvelle base à mesurer, afin de faciliter le rattachement de cette base. D'un autre côté il va y avoir une assez brusque inflexion de la chaîne vers l'Ouest afin de rejoindre la côte à Payta et un brusque changement d'altitude au moment où l'on franchira la frontière péruvienne.

Astronomie. — Une station astronomique avait été installée à Cuenca. Les opérations furent terminées au mois d'avril. La longitude fut déterminée par M. Maurain à Cuenca et par M. Perrier à Quito; la latitude et l'azimut l'avaient été antérieurement. Le nombre des déterminations à

Cuenca est surabondant; à Quito le temps a été moins favorable, mais les déterminations sont amplement suffisantes, la marche de la pendule étant bien connue par les observations de M. Gonnessiat.

Une station astronomique avait également été prévue vers le quatrième parallèle.

L'emplacement n'en est pas encore choisi; nous discuterons plus loin l'opportunité de la création de cette station.

La station astronomique principale de Payta doit surtout attirer notre attention; on y a déjà mesuré la latitude, il reste à y faire l'azimut et la longitude. Payta est relié à Cuenca par Machala, Chacras et les lignes péruviennes. On pourra donc mesurer, soit la différence Payta-Cuenca, soit la différence Payta-Quito.

Latitudes du troisième ordre. — On a continué à mesurer les latitudes en chacun des sommets de la triangulation. L'astrolabe Claude-Driencourt qui sert à ces opérations continue à donner toute satisfaction. Les officiers sont maintenant complètement familiarisés avec l'emploi de cet instrument. Il est intéressant de signaler que les latitudes de Souzahim et Yansaï ont été observées au théodolite et à l'astrolabe; les résultats calculés pour Yansaï accusent une différence insignifiante, $0'',12$ environ. Cette concordance justifie l'emploi exclusif de l'astrolabe dans la plupart des stations.

Nivellement de précision. — Le nivellement de précision est aujourd'hui terminé, sauf la traversée du Guayas. D'abord dirigé par M. l'adjudant Lallemand, il fut, après la maladie et le départ de ce sous-officier, confié au sergent Lecomte, qui s'est acquitté de sa tâche d'une façon très satisfaisante.

Pendule. — Notre opinion sur l'importance des observations pendulaires n'a pas changé, et il importe d'autant plus de s'en occuper qu'elles ont été presque complètement laissées de côté jusqu'ici. Il aurait été à désirer, tant à ce point de vue que pour d'autres raisons, que M. le commandant Bourgeois pût retourner en Équateur. Mais malheureusement les nécessités du service en France ne le permettent pas. M. le capitaine Noirel doit partir le 26 avril en emportant un appareil Defforges. Cet officier est accoutumé aux mesures de gravité.

Rattachement de Machala. — Dès le début de la mission, on s'était rendu compte de la nécessité de mesurer la déviation de la verticale dans le sens est-ouest. Pour cela il fallait déterminer la différence de longitude géodésique et la différence de longitude astronomique d'un point de la côte et d'un point de la méridienne de Quito. Il fallait donc trouver sur la côte un

point qu'il fût possible de relier à la chaîne, tant télégraphiquement que géodésiquement. On avait d'abord songé à Guayaquil qui est en communication télégraphique avec Quito, et qu'on pouvait joindre géodésiquement à la chaîne par l'intermédiaire de l'île de Puna. Toutefois le passage par l'île de Puna, outre qu'il aurait entraîné un certain nombre de stations supplémentaires, n'était pas sans présenter quelques difficultés.

La situation s'est heureusement modifiée par la construction d'une nouvelle ligne télégraphique. La station de Machala, petit port de mer, vers 4° de latitude Sud, est maintenant reliée au réseau télégraphique; d'autre part elle est visible de deux stations de la chaîne, celle de Narihuina et celle de Chilla Cocha; ces deux stations sont aujourd'hui terminées, la première certainement, la seconde probablement, et les visées ont pu être faites, grâce à la présence du sergent Lecomte qui, après avoir terminé le nivellement, s'est rendu à Machala. Ce sous-officier est d'ailleurs en état de faire lui-même la mesure de l'angle Narihuina-Machala-Chilla Cocha de sorte qu'il ne resterait à faire en cette station que les opérations astronomiques.

Conclusions. — Les lignes précédentes ont montré quelles difficultés ont rencontrées nos officiers, quels efforts ils ont faits pour les surmonter et que la situation actuelle ne peut en aucune façon leur être imputée. Mais il n'en est pas moins vrai que cette situation est fâcheuse et il convient d'examiner les moyens d'y faire face.

Il n'y a, évidemment, que deux partis à prendre, ou bien arrêter le travail au moment où les ressources déjà votées seront épuisées, ou bien le poursuivre jusqu'au bout en se résignant aux sacrifices nécessaires. Ce n'est pas à nous, évidemment, qu'il appartient de décider, puisqu'une question de dépense est soulevée, mais nous pouvons du moins émettre un avis.

Jusqu'où les ressources actuelles nous permettraient-elles d'aller? Un examen minutieux de l'état des crédits a permis au Service géographique de répondre à cette question. Il faudrait :

1° Raccourcir l'arc d'un degré environ, soit du sixième de sa longueur en s'arrêtant au voisinage du côté Guacha-Urcu-Colambo.

2° Renoncer à mesurer la base du Sud avec un appareil de haute précision en se contentant d'un appareil plus léger.

En effet, l'arc n'étant pas poussé jusqu'au bord de la mer, il faudrait prendre l'emplacement de base dans les montagnes où l'emploi de la règle est impossible, d'autant que le transport de la règle dans ces régions entraînerait d'importantes dépenses.

3° Supprimer les observations pendulaires.

4° Renoncer au rattachement de Machala.

Il suffit d'énoncer ces conditions pour montrer qu'une pareille solution est inadmissible. Ce serait une véritable faillite; la France n'aurait fait qu'une œuvre incomplète, qui ne répondrait nullement aux promesses faites à l'Association internationale géodésique, et elle se verrait exposée à voir son travail inachevé repris par d'autres puissances. Nous verrons d'ailleurs que ce programme restreint entraînerait lui-même de grandes difficultés.

1° Il est clair que le raccourcissement de l'arc diminue sa valeur scientifique. Il avait été question d'abord de le prolonger vers le Nord jusque sur le territoire colombien; ce premier projet ne put être exécuté par suite des événements politiques; on résolut alors de compenser la réduction nécessaire de la partie septentrionale par une prolongation correspondante de la partie méridionale, ce qui offrait en même temps l'avantage de pousser jusqu'à la mer, à Payta, où l'on devait trouver un emplacement très favorable pour la mesure des bases. Il s'agirait aujourd'hui de renoncer à cette prolongation.

2° N'allant plus jusqu'à la mer, on n'aurait plus d'emplacement assez uni pour l'emploi des règles et la base du Sud y perdrait en précision, ce qui serait d'autant plus fâcheux que la base de vérification du Nord n'a pu non plus être mesurée qu'avec les fils. Mais ce n'est pas tout, et l'on peut se demander s'il sera même possible de trouver un emplacement se prêtant à la mesure d'une base par les fils. La région est, en effet, très accidentée et il n'y a rien de comparable à ce qu'on appelle plus au Nord la plaine interandine. De plus, les stations construites forment de grands triangles et, pour passer à une base de longueur raisonnable, il faudrait un assez grand nombre de stations intermédiaires si l'on veut que le rattachement se fasse avec quelque précision.

3° L'abandon des observations pendulaires serait plus déplorable encore. Nous n'avons pas à revenir sur les raisons qui ont été exposées dans les précédents rapports et qui démontrent l'importance des mesures de gravité. Rappelons seulement que jusqu'ici une seule station a été faite, celle de Riobamba.

4° Pour que la mesure de l'arc de méridien conserve toute sa valeur, il faut qu'on soit assuré que cet arc n'est pas altéré par un relèvement anormal du géoïde, dû à l'attraction des Andes. Or ce relèvement ne peut être évalué que de deux manières, ou bien par la comparaison des observations

pendulaires, ou bien par la mesure des différences de longitude tant géodésiques qu'astronomiques entre un point de la côte et un point des Andes.

Si l'on renonce aux observations pendulaires, le premier moyen nous échappe, car la mesure unique effectuée jusqu'ici ne permet aucune comparaison. Si, d'autre part, on renonce au rattachement de Machala, le second moyen nous fait également défaut; dans le projet primitif la triangulation touchait la côte en deux points seulement, à Payta et à Machala et ces deux points seraient abandonnés.

Telles sont les raisons qui ne nous permettent pas de nous arrêter à la première solution. Il faut maintenant se rendre compte des dépenses supplémentaires qu'entraînerait l'adoption de la seconde. Les évaluations du service géographique les portent à 150 000fr. Fort heureusement l'intervention d'un généreux donateur facilite beaucoup la solution et nous permet d'entrevoir un résultat digne de la France. Le prince Roland Bonaparte met à la disposition du gouvernement de la République, à titre de fond de concours, une somme de 100 000fr, à la condition que l'œuvre soit poussée jusqu'au bout. Les crédits nouveaux à demander au Parlement se réduiraient ainsi à 50 000fr.

Il semble que, dans ces conditions, l'hésitation ne soit pas permise et qu'il y ait lieu de maintenir le plan primitif, et de rejeter définitivement le programme restreint dont nous avons montré plus haut les inconvénients; mais on pourrait encore se demander si une solution intermédiaire ne serait pas possible. Nous observerons d'abord qu'on épargnerait ainsi du temps, mais que les charges du budget ne seraient pas diminuées et se trouveraient même accrues, puisque le concours du prince Roland Bonaparte ne nous est offert qu'en vue de l'achèvement de l'arc jusqu'à Payta. D'autre part, si le rattachement de Machala et les observations de pendule sont absolument indispensables pour estimer le relèvement du géoïde, le prolongement de l'arc jusqu'à la mer nous est également imposé par la difficulté de trouver un emplacement de base convenable dans la région montagneuse. D'ailleurs, des observations astronomiques ont déjà été faites en ce point par le capitaine Maurain. Ces considérations ne semblent pas permettre de s'arrêter à une solution intermédiaire.

Si l'on maintient les projets primitifs, il y a lieu de se demander à quel moment on peut espérer que l'exécution en sera achevée. A cet égard, nous devons nous en rapporter aux évaluations de M. le capitaine Perrier qui a fait la reconnaissance des régions où l'on doit opérer, et qui par un long séjour en Équateur a acquis une grande expérience de ces contrées. Cet

officier estime qu'à la date du 1er avril 1905, toutes les stations actuellement construites seront terminées, sauf les deux dernières où l'on ne peut opérer tant que les signaux des stations suivantes ne seront pas établis. Pendant les mois d'avril, mai, juin, juillet deux des officiers opéreraient la reconnaissance du dernier tronçon de l'arc et y construiraient les signaux. Pendant ce temps les autres officiers feraient la station de Machala, y détermineraient la latitude, y feraient les observations de pendule, et mesureraient la différence de longitude Cuenca-Machala.

Les stations à construire seraient vraisemblablement au nombre de 10, y compris les termes de la base. M. Perrier estime à 7 mois la durée des opérations géodésiques dans ces stations (avec deux brigades), de telle sorte que ces opérations seraient terminées en février 1906.

Pendant ce temps, deux autres officiers se rendraient à Guacha-Urcu et Colambo, les deux dernières stations actuellement construites; ils y feraient la géodésie et deux latitudes au cercle méridien, ce qui les mènerait à la fin d'octobre. Ils feraient ensuite la différence de longitude Colambo-Cuenca qui serait terminée à la fin de l'année 1905.

On aurait pu se demander si l'on n'aurait pas pu supprimer cette station astronomique de Colambo; mais on doit observer d'une part que ce point est à une altitude très différente de celles de Machala et Payta, et qu'il importe d'avoir une détermination astronomique d'un point situé à la fois dans la partie sud de l'arc et dans la région montagneuse, et d'autre part que les opérations ne s'en trouveront pas retardées, puisque, d'après l'exposé qui précède, les officiers qui procéderont à cette détermination ne pourraient pas facilement être utilisés ailleurs à ce moment.

De fin décembre à fin mars, on installera la station de Payta et l'on fera la différence de longitude Payta-Machala.

Enfin, de fin mars au milieu de mai, on mesure la base de Payta, d'une part avec trois fils Jäderin en métal invar avec réglettes en invar et poids tenseurs, d'autre part avec la règle bimétallique Brunner ou mieux avec la nouvelle règle en métal invar.

Pendant ce temps M. le capitaine Noirel, opérant indépendamment, ferait les déterminations pendulaires.

Si ce plan pouvait être exécuté, tout serait terminé au mois de mai 1906. M. le capitaine Perrier, instruit par l'expérience, a fait les évaluations de temps d'une façon aussi large que possible. Néanmoins nous avons déjà été si souvent déçus que l'on pourrait conserver quelques craintes de voir ce délai dépassé. Ce qui toutefois doit nous rassurer, c'est que l'on va décidé-

ment sortir de la Cordillère pour entrer dans la région péruvienne où les conditions climatériques sont très différentes. Le retard, s'il s'en produit un, ne serait que de quelques semaines. Le calcul des crédits a d'ailleurs été fait dans l'hypothèse où les opérations dureraient jusqu'à la fin du premier semestre 1906, et les officiers croient pouvoir nous garantir que cette date ne sera pas dépassée.

Quoi qu'il en soit, il nous semble qu'il y a lieu d'approuver le plan qui nous est proposé. En terminant, adressons nos remercîments aux vaillants Français dont le courage et la persévérance ne se sont jamais démentis, et aussi au prince Roland Bonaparte dont la généreuse intervention nous aidera à atteindre le résultat désiré.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1905.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Prix Francœur.* — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Mécanique : *Prix Montyon, Fourneyron, Poncelet.* — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré.

Navigation : *Prix extraordinaire de la Marine, Plumey.* — MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau.* — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann, Darboux.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question* pour le *Prix Damoiseau* qui sera décerné en 1908.

Géographie : *Prix Gay, Tchihatchef.* — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question* pour le *Prix Gay* qui sera décerné en 1908.

Physique : *Prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze.* — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1905, *a*) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	☉*—★ ΔAR.	ΔD.	Nombre de compar.	Observ.
		h m s	m s	′ ″		
Mars 28....	*a*	9.11.25	—0.46,24	—14. 9,8	12:10	S
28....	*a*	9.37.31	—0.42,48	—12.52,9	12:12	R
29....	*b*	8.59.15	—0.38,46	— 2. 1,7	12:12	S
29....	*b*	9.36.45	—0.33,06	— 0. 5,8	12:12	R
30....	*c*	9.16.12	—0.30,53	+ 5. 5,3	12:12	S
30....	*c*	9.46.23	—0.26,24	+ 6.36,8	12:12	R

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	5.52.10,97	+0,12	+13.41.45,8	—11,5	A.G., Leipzig, n° 1908
b.....	5.55.37,99	+0,12	+14.42.21,0	—11,1	A.G., Leipzig, n° 1939
c.....	5.59.14,15	+0,12	+15.49.18,2	—10,7	A.G., Berlin, n° 1883

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 28......	5.51.24,85	$\bar{1}$,603	+13.27.24,5	0,623
28......	5.51.28,61	$\bar{1}$,633	+13.28.41,4	0,639
29......	5.54.59,65	$\bar{1}$,590	+14.40. 8,2	0,603
29......	5.55. 5,05	$\bar{1}$,635	+14.42. 4,1	0,629
30......	5.58.43,74	$\bar{1}$,615	+15.54.12,8	0,603
30......	5.58.48,03	$\bar{1}$,656	+15.55.44,3	0,634

L'image de la comète est une nébulosité sensiblement ronde, très diffuse, ayant un diamètre d'environ 1′30″.

Le 28, à cause de la pureté du ciel, on a distingué une faible condensation dont l'éclat était comparable à celui d'une étoile de 13e grandeur.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations actinométriques au sommet du mont Blanc en* 1904. Note de M. **A. Hansky**, présentée par M. Janssen.

Grâce à l'aimable invitation et au concours de M. Janssen, j'ai pu continuer l'année dernière mes recherches actinométriques au sommet du mont Blanc.

Dans ce but, je fis deux ascensions.

La première fois, je passai 8 jours au sommet (du 28 août au 4 septembre) et, la seconde, 4 jours (du 20 au 23 septembre).

Le temps ne m'a pas beaucoup favorisé pendant ce premier séjour. Chaque jour, entre 2^h et 4^h après midi, le brouillard s'élevait, restait jusqu'à 8^h du matin et, pendant la nuit, nous avions des orages, des tourmentes de neige et un vent très fort.

Dans ces conditions, les courbes actinométriques n'ont pu être tracées qu'aux environs de midi, c'est-à-dire dans leurs parties les moins utiles pour les calculs de la *constante solaire* (à cause de la dépression à l'heure de midi). J'obtins en tout cinq courbes avec l'actinographe de Crova (les 29, 30 août et 1er, 2, 3 septembre) et je fis un grand nombre de déterminations directes. Le 31 août, une très forte tourmente, qui dura toute la journée, m'empêcha d'observer.

La pression barométrique, très forte le jour de mon ascension (428^{mm}), est descendue jusqu'à $419^{mm},5$ le 2 septembre pour remonter à 422^{mm} le 4.

La température de l'air fut en moyenne — 12° C. et varia dans les limites suivantes :

Le 29 août, maximum à 3^h après midi — 10°, minimum à 7^h soir — 13°; le 30, minimum à 10^h soir — 12°; le 1er septembre, maximum à 5^h après midi — 16°, minimum à minuit — 20°,5; le 2 septembre, minimum à 2^h du matin — 23°, maximum à 2^h après midi — 19°; le 3, maximum à 2^h après midi — 14°, et minimum à 7^h après midi — 16°,5. Vers minuit, la température s'est élevée à — 13° et est restée presque constante jusqu'à ma descente.

L'état hygrométrique de l'air fut en moyenne (quand il n'y avait pas de brouillard) 40 pour 100 le 29 août avec un minimum de 30 pour 100 à 11^h soir et 55 pour 100 les 1er, 2 et 3 septembre avec les minima de 45 pour 100 les matins (de 2^h à 8^h).

Les maxima suivants de la radiation solaire ont été observés : le 29 août, $1^{Cal},70$ à $1^h 8^m$ (temps moyen du mont Blanc); le 30, $1^{Cal},58$ à $9^h 18^m$; le 1er septembre, $1^{Cal},64$ à $10^h 28^m$; le 2 septembre, $1^{Cal},61$ à $10^h 53^m$, et le 3, $1^{Cal},72$ à $11^h 35^m$.

La seule courbe que j'ai pu calculer fut celle du 2 septembre; elle m'a donné les valeurs suivantes pour la constante solaire A.

Pour les masses atmosphériques :

m	$0^m,8$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
p	0,52	0,39	0,49	0,50	0,62	0,64	0,65
A	$2^{Cal},16$	1,97	2,13	2,16	2,42	2,46	2,49

On voit que, même avec des conditions météorologiques assez défavorables, on obtient, pour la constante solaire, la valeur $2^{Cal},5$.

Lors de ma deuxième ascension le temps a été beaucoup meilleur. La pression barométrique fut très faible, notamment : 417^{mm} le 20 septembre, 414^{mm} le 22 et 416^{mm} le 23. Il n'y avait presque pas de vent et le ciel restait clair. Seulement le brouillard montait quelquefois du côté de l'Italie, ce qui gênait les observations. La température fut très basse : le 21, min. à 4^h matin $-21°$, max. à 1^h après midi $-15°$; le 22, min. à 3^h matin $-21°$, max. à 2^h après midi $-16°$; le 23, min. à 6^h matin $-19°$.

L'état hygrométrique de l'air fut : le 20, min. 47 pour 100 à 6^h matin; le 21, à 7^h matin et 6^h après midi, min. 67 pour 100 et en moyenne le jour 80 pour 100; le 22, min. à 10^h soir 26 pour 100 et en moyenne 80 pour 100, et le 23, min. à 6^h matin 44 pour 100 avec une moyenne de 50 pour 100.

Trois courbes actinométriques ont été obtenues (les 21, 22 et 23 septembre).

Le 21 à 3^h après midi le brouillard couvrit le sommet et j'ai dû abandonner mes observations. Le maximum de la radiation solaire a été à $11^h 55^m$ de $1^{Cal},61$.

Le 22 la courbe a été complète. Par moments le brouillard montait et dans l'atmosphère on voyait la présence de la fine poussière de neige. La polarisation n'a pas été supérieure à 40 pour 100.

A cause de toutes ces conditions, le maximum de la radiation solaire n'a été que $1^{Cal},59$ à $10^h 15^m$ et à $11^h 43^m$.

Les calculs ont donné pour la constante solaire les valeurs entre $2^{Cal},13$ et $2^{Cal},31$.

C'est le 23 septembre que j'ai eu les meilleures conditions météorologiques. Malgré le vent de l'ouest, le ciel restait très clair le matin; au moment du lever du Soleil, le « rayon vert » a été visible, ce qui indiquait

l'absence de la vapeur d'eau dans les couches supérieures de l'atmosphère. La polarisation fut assez faible, entre 45-50 pour 100.

La courbe actinométrique était ascendante avec une régularité parfaite depuis le lever du Soleil (5^h42^m temps moyen du mont Blanc) *jusqu'à* 9^h, *mais après* 9^h *les sinuosités commencèrent à se produire et vers* 12^h *j'ai dû terminer mes observations, parce que le ciel s'est couvert de cirri.*

Le maximum de la radiation solaire a été observé, à 9^h3^m et à 11^h28^m, de $1^{Cal},66$.

Les calculs ont donné pour la constante solaire les valeurs suivantes. Pour les masses :

m....	$1^m,5$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
p.....	0,44	0,53	0,61	0,67	0,72	0,70	0,63
A.....	$2^{Cal},24$	2,50	2,74	3,01	3,23	3,11	2,75

Les valeurs $3^{Cal},01$, $3^{Cal},23$, $3^{Cal},11$ correspondent aux parties de la courbe les plus régulières.

Ainsi la valeur la plus probable pour la constante solaire d'après mes observations de 1904 est

$$3^{Cal},23,$$

ce qui confirme mes conclusions précédentes.

Qu'il me soit permis en terminant de présenter mes remercîments les plus distingués à M. Janssen, qui m'a donné la possibilité d'exécuter ce travail, et à M. Crova, dont les conseils et les instruments m'ont été de la plus grande utilité.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le genre des fonctions entières.* Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. Poincaré.

M. Lindelöf et M. P. Boutroux ont montré que la somme de deux fonctions de genre $p-1$ peut être de genre p. Je me propose de signaler des fonctions, de genre p et $p-1$, dont la différence est constante. Soit

$$f(z) = \prod_1^\infty \left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \frac{1}{2}\left(\frac{z}{a_n}\right)^2 + \ldots + \frac{1}{p-1}\left(\frac{z}{a_n}\right)^{p-1}},$$

les racines a_n étant réelles, et, à partir d'un rang fini

$$a_n^p = n \log^\alpha n, \qquad 1 < \alpha \leqq 2,$$

f est de genre $p-1$. Je vais montrer que $f(z)+c$, où c n'est pas nul, est

de genre p. Soit

$$z = re^{\omega i}, \qquad a_{\nu-1} < r < a_\nu,$$

ν augmentant indéfiniment.

$$\log|f(z)| = \sum_1^\nu \log\left|1 - \frac{z}{a_n}\right| + \sum_1^\nu \left[\frac{r}{a_n}\cos\omega + \left(\frac{r}{a_n}\right)^2 \frac{\cos 2\omega}{2} + \ldots + \left(\frac{r}{a_n}\right)^{p-1} \frac{\cos^{p-1}\omega}{p-1}\right]$$
$$- \sum_{\nu+1}^\infty \left[\left(\frac{r}{a_n}\right)^p \frac{\cos p\omega}{p} + \left(\frac{r}{a_n}\right)^{p+1} \frac{\cos(p+1)\omega}{p+1} + \ldots\right];$$

or, on a les inégalités

$$0 < \frac{\nu\log\nu}{\alpha-1} - \sum_{\nu+1}^\infty \left(\frac{r}{a_n}\right)^p < \frac{\log\nu}{\alpha-1} + h,$$

où h reste fini et tend vers $\frac{2\alpha-1}{\alpha-1}$

$$\sum_{\nu+1}^\infty \left(\frac{r}{a_n}\right)^{p+q} < \frac{p}{q}\nu, \qquad \sum_{\nu+1}^\infty \sum_{q=1}^\infty \frac{1}{p+q}\left(\frac{r}{a_n}\right)^{p+q} < \nu \sum_{q=1}^\infty \frac{p}{q(p+q)} = \nu \sum_1^p \frac{1}{q},$$
$$\sum_1^\nu \left(\frac{r}{a_n}\right)^{p-q} < \frac{p}{q}\nu(1+\varepsilon), \qquad \sum_{q=1}^{p-1} \sum_1^\nu \frac{1}{q}\left(\frac{r}{a_n}\right)^q < \nu\left[\varepsilon + \sum_1^{p-1} \frac{p}{q(p-q)}\right] = \nu\left(\varepsilon + 2\sum_1^{p-1}\frac{1}{q}\right),$$

ε tendant vers o avec $\frac{1}{\nu}$.

$$\sum_1^\nu \log\left|1 - \frac{z}{a_n}\right| < \sum \log\left(1 + \frac{r}{a_n}\right) < c$$
$$+ \sum_1^\nu \log\left(1 + \frac{\nu \log^\alpha \nu}{n \log^\alpha n}\right) < \nu(\log 4 + \varepsilon),$$
$$\sum_1^\nu \log\left|1 - \frac{z}{a_n}\right| > \frac{1}{2}\log\frac{r}{a_\nu} + 2\log\left(2\sin\frac{\omega}{2}\right) + \sum_1^{\nu-2} \log\left(\frac{r}{a_n} - 1\right)$$
$$> 2\log\sin\frac{\omega}{2} - \nu\left(\varepsilon + 1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{p-1}\right),$$

lorsque $p = 1$, le dernier terme se réduit à $\nu\varepsilon$.

Il en résulte que, si $\sin\frac{\omega}{2}$ ne tend pas vers o, $\log|f(z)|$ est compris entre les deux valeurs

$$\frac{\nu}{p(\alpha-1)}(-\log\nu\cos p\omega \pm h),$$

h restant fixe. Et dans tous les cas, si $H > h$ et si $\cos p\omega > \frac{H}{\log\nu}$, $|f(z)|$ tend

vers o. Si $\cos p\omega < \frac{-H}{\log\nu}$, $|f(z)|$ augmente indéfiniment avec ν. M. P. Boutroux a obtenu un résultat analogue pour les fonctions de genre o (*Acta math.*, t. XXVIII, p. 136).

L'argument de $f(z)$ est

$$\sum_1^{\nu}\left[\frac{r\sin\omega}{a_n}+\left(\frac{r}{a_n}\right)^2\frac{\sin 2\omega}{2}+\ldots+\left(\frac{r}{a_n}\right)^{p-1}\frac{\sin(p-1)\omega}{p-1}\right]$$
$$-\sum_{\nu+1}^{\infty}\left[\frac{r^p\sin p\omega}{p a_n^p}+\left(\frac{r}{a_n}\right)^{p+1}\frac{\sin(p+1)\omega}{p+1}+\ldots\right]+\sum_1^{\nu}\arg.\left(1-\frac{z}{a_n}\right).$$

Si ω varie de o à 2π, il est compris entre

$$\frac{\nu}{p(\alpha-1)}(-\log\nu\sin p\omega \pm h').$$

Soit $\sin\varepsilon = \frac{H}{\log\nu}$, supposons r fixe, et ω croissant de o à 2π.

Lorsque $p\omega$ varie de $\frac{\pi}{2}+\varepsilon+2k\pi$ à $\frac{3\pi}{2}-\varepsilon+2k\pi$, $f(z)$ décrit un contour très grand, l'argument de $f(z)$ et celui de $f(z)+c$ subissent la même variation

$$\frac{2\nu}{p(\alpha-1)}\left(\log\nu\cos\frac{\varepsilon}{2}\pm H'\right);$$

lorsque $p\omega$ varie de $\frac{3\pi}{2}+\varepsilon+2k\pi$ à $\frac{5\pi}{2}-\varepsilon+2k\pi$ le module de $f(z)$ tend vers o; et, si ν est assez grand, l'argument de $f(z)+c$ ne varie pas.

Enfin, si $p\omega$ varie de $\frac{\pi}{2}-\varepsilon+k\pi$ à $\frac{\pi}{2}+\varepsilon+k\pi$, le module de $f(z)$ croît constamment si k est pair, décroît si k est impair, et l'argument de $f(z)+c$ varie au plus de $\pm\frac{\nu}{p(\alpha-1)}[(1-\cos\varepsilon)\log\nu \pm H']$. Mais $(1-\cos\varepsilon)\log\nu$ tend vers o; et, lorsque ω varie de o à 2π, l'argument de $f(z)+c$ augmente de $\frac{2\nu}{\alpha-1}(\log\nu \pm h)$, où h est inférieur à une quantité fixe.

Dans la circonférence de rayon $r=\nu^{\frac{1}{p}}\log^{\frac{\alpha}{p}}\nu$, le nombre des racines de $f+c$ est $n=\frac{\nu}{\pi(\alpha-1)}\log\nu \pm h)$, et, si r_n est le module du zéro de rang n, on a

$$r_n^p < \pi(\alpha-1)n\log^{\alpha-1}n;$$

par suite, si $1<\alpha\leqq 2$, la série $\sum\frac{1}{r_n^p}$ est divergente, et $f+c$ est de genre p.

On peut même préciser la distribution des zéros. En décrivant simulta-

nément les circonférences de rayons $a_{\nu-1}$ et a_ν, $p\omega$ variant entre les valeurs $\frac{\pi}{2}+k\pi\pm\varepsilon$, puis r entre $a_{\nu-1}$ et a_ν, on peut démontrer qu'entre ces limites le nombre des zéros est $\frac{\log\nu}{2p\pi(\alpha-1)}\pm h$. Ces zéros sont de la forme

$$\nu^{\frac{1}{p}}\log^{\frac{\alpha}{p}}\nu\,.\,e^{\left(\frac{\pi}{2}+k\pi\right)\frac{i}{p}}\left(1+\frac{A}{\log\nu}\right).$$

A étant imaginaire de module fini. Si les zéros de $f+c$ sont représentés par b_n, il en résulte que $\sum\frac{1}{b_n^p}$ est une série semi-convergente. Cela confirme, comme on pouvait le prévoir, que cette fonction est de la classe de celles indiquées par M. Boutroux (*Comptes rendus*, 13 janvier 1902) qui, quoique de genre p, ont les propriétés des fonctions de genre $p-1$.

Les mêmes résultats s'obtiennent en remplaçant c par un polynome, ou même par la plupart des fonctions de genre $p-1$. On peut aussi multiplier $f(z)$ par un facteur exponentiel. Ils s'appliquent également à des fonctions plus générales dont les zéros sont distribués moins régulièrement, et à des fonctions à zéros imaginaires. Mais les arguments jouent alors un rôle important, car $\sum_{\nu+1}^{\infty}\frac{1}{a_n^p}$ peut alors être beaucoup plus petit. Par exemple si $f(z)$ admet tous les zéros $b_n=a_\nu e^{2k\frac{\pi i}{q}}$, où $k=0, 1, 2\ldots, q-1$, et si $\frac{p}{q}$ est entier, $f(z)+c$ est de genre p; mais si $\frac{p}{q}$ n'est pas entier, $\sum_1^\infty\frac{1}{b_n^p}=0$ et les résultats précédents ne s'appliquent plus.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Monge.* Note de M. **P. Zervos**, présentée par M. Painlevé.

1. Soit donnée une équation différentielle de la forme

$$(1)\qquad f\left(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}, \frac{dy_2}{dy_1}, \frac{dy_3}{dy_1}, \ldots, \frac{dy_{n+1}}{dy_1}\right)=0.$$

On demande d'exprimer $y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}$ en fonction d'un paramètre t, de certaines fonctions arbitraires de ce paramètre et des dérivées de ces fonctions.

2. Monge, comme on sait, a donné dans le cas de trois variables ($n=2$)

la solution la plus générale ([1]). Elle consiste à prendre les équations

$$V = 0, \quad \frac{\Delta V}{\Delta \alpha} = 0, \quad \frac{\Delta^2 V}{\Delta \alpha^2} = 0,$$

où $V = 0$ donne l'intégrale complète de l'équation adjointe

$$F(x, y, z, p, q) = 0.$$

3. On pourrait être tenté de croire que d'une manière analogue dans le cas de quatre variables ($n = 3$) les équations correspondantes

$$V = 0, \quad \frac{\Delta V}{\Delta \alpha} = 0, \quad \frac{\Delta^2 V}{\Delta \alpha^2} = 0, \quad \frac{\Delta^3 V}{\Delta \alpha^3} = 0$$

nous fournissent la solution la plus générale.

4. Je montre qu'*il n'en est pas ainsi* en général. Je vais montrer ici cela en particulier pour l'équation

$$(2) \qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2$$

qu'on trouve dans le Mémoire de M. Darboux ([2]) où est exposée la méthode générale de M. Darboux pour exprimer sans aucun signe de quadrature en fonction d'un paramètre arbitraire les valeurs les plus générales de y_1, $y_2, \ldots, y_n$ satisfaisant à l'équation

$$f(dy_1, dy_2, \ldots, dy_n) = 0,$$

où f est une fonction homogène quelconque à coefficients constants des différentielles $dy_1, dy_2, \ldots, dy_n$.

5. Je vais montrer, autrement dit, qu'on ne peut pas dire que les x, y, z, s tirées des équations

$$(3) \qquad \begin{cases} s - x_0 x - y_0 y - z_0 z = a_3, \\ - x'_0 x - y'_0 y - z'_0 z = a'_3, \\ - x''_0 x - y''_0 y - z''_0 z = a''_3, \\ - x'''_0 x - y'''_0 y - z'''_0 z = a'''_3 \end{cases}$$

([1]) Monge, *Supplément* où l'on fait voir que les équations aux différences ordinaires pour lesquelles les conditions d'intégrabilité ne sont pas satisfaites sont susceptibles d'une véritable intégration, etc. (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1784). Voir Darboux, *Solutions singulières des équations aux dérivées partielles* (*Mémoires des Savants étrangers de l'Académie*, 1883). — Goursat, *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (Chapitre IX, § 76).

([2]) Darboux, *Sur la résolution de l'équation $dx^2 + dy^2 + dz^2 = ds^2$ et de quelques équations analogues* (*Journal de Liouville*, 4e série, t. III, 1887).

donnent la solution de l'équation (2), les x_0, y_0, a_3 étant des fonctions arbitraires de la variable indépendante, par conséquent indépendantes entre elles. En effet, des deux dernières des équations (3), on tire

$$(4) \qquad -x_0'' \, dx - y_0'' \, dy - z_0'' \, dz = 0.$$

D'autre part, considérons les équations [1]

$$\frac{dx}{x_0} = \frac{dy}{y_0} = \frac{dz}{z_0} = \frac{ds}{1}.$$

Prenons les deux premières écrites sous la forme

$$\frac{-x_0'' \, dx}{-x_0'' x_0} = \frac{-y_0'' \, dy}{-y_0'' y_0} = \frac{z_0'' \, dz}{z_0'' z_0},$$

d'où, en vertu de l'équation (4), on a

$$-x_0'' x_0 - y_0'' y_0 = z_0'' z_0;$$

mais $z_0^2 = 1 - x_0^2 - y_0^2$, d'où

$$z_0 z_0'' + z_0'^2 = -x_0'^2 - y_0'^2 - x_0 x_0'' - y_0 y_0''.$$

Donc, il nous reste

$$z_0'^2 = -x_0'^2 - y_0'^2,$$

ou encore

$$z_0^2 z_0'^2 = -(1 - x_0^2 - y_0^2)(x_0'^2 + y_0'^2),$$

mais $zz_0' = -x_0 x_0' - y_0 y_0'$, par conséquent on aura définitivement

$$(5) \qquad x_0'^2 + y_0'^2 = (x_0 y_0' - x_0' y_0)^2.$$

D'où il résulte que, pour que les équations (3) donnent la solution cherchée, *il faut* que les x_0, y_0 ne soient pas indépendantes entre elles, mais qu'elles soient liées par l'équation (5). Il suffit, par exemple, qu'on ait assujetti les fonctions x_0, y_0 à la relation

$$(6) \qquad x_0^2 + y_0^2 = 1$$

pour que les quantités x, y, z, s tirées des équations (3) donnent les valeurs satisfaisant à l'équation (2).

Les remarques au point de vue géométrique qu'on peut faire ici résultent

---

[1] DARBOUX, Mémoire cité *Sur la résolution*, etc. [p. 315, formules (29), (30)].

encore, comme cas particuliers, des considérations géométriques de M. Darboux ([1]).

6. Reprenons l'équation (1). Je démontre que, *dans le cas général*, les fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}$ de la variable indépendante t satisfont aux $n+1$ équations suivantes :

$$V(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}, a_1, a_2, \ldots, a_n) = 0, \qquad \sum \frac{\partial V}{\partial a_i} a'_i = 0,$$

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial^2 V}{\partial a_i\,\partial a_k} a'_i a'_k + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial V}{\partial a_i} a''_i = 0, \qquad \sum_{\lambda=1}^{1+n} \frac{\partial}{\partial y_\lambda}\left(\frac{\dfrac{\partial V}{\partial a_\rho}}{\dfrac{\partial V}{\partial a_n}}\right) dy_\lambda = 0$$

$$(\rho = 2, 3, \ldots, n)$$

où les $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont des fonctions arbitraires de t, et $V = 0$ donne l'intégrale complète de l'équation *adjointe*

$$F(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0.$$

Nous entendons par là l'équation qui résulte de l'élimination des quantités $y'_2, y'_3, \ldots, y'_{n+1}$ entre l'équation

$$f(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}, y'_2, y'_3, \ldots, y'_{n+1}) = 0$$

et les équations

$$y'_{n+1} = p_1 + \sum_{\rho=2}^{n} p_\rho y'_\rho, \qquad \frac{\partial f}{\partial y'_\rho} + p_\rho \frac{\partial f}{\partial y'_{n+1}} = 0 \qquad (\rho = 2, 3, \ldots, n).$$

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle.* Note de M. **Belzecki**, présentée par M. Poincaré.

Dans deux Notes insérées au n° 11 des *Comptes rendus*, 1889, et n° 6, 1901, M. Ribière a donné une solution du problème d'une voûte de longueur indéfinie.

En se servant de la proposition de M. Maurice Levy (*Comptes rendus*, 1898, n° 18), il est très facile d'obtenir, par une méthode différente, une solution plus générale du problème cité.

Dans cette Note, j'accepte les coordonnées et les notations de M. Ribière.

([1]) Mémoire cité *Sur la résolution*, etc. (p. 316).

D'après la proposition de M. Maurice Levy, il faut et il suffit de satisfaire aux équations suivantes :

$$(a)\qquad \frac{\partial\Phi}{r\,\partial\varphi} + \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{2T}{r} = 0,$$

$$(b)\qquad \frac{\partial R}{\partial r} + \frac{\partial T}{r\,\partial\varphi} + \frac{R-\Phi}{r} = 0,$$

$$(c)\qquad \Delta_2(R+\Phi) = 0,$$

où

$$\Delta_2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{\partial}{r\,\partial\varphi} + \frac{\partial^2}{r^2\,d\varphi^2}\ (^1).$$

Essayons de trouver toutes les intégrales particulières qui soient indépendantes de φ.

Posons

$$\Phi = -F(r).$$

Des équations (a) et (b) on tire

$$T = 0\,(^2) \qquad \text{et} \qquad R = -\frac{1}{r}\int F(r)\,dr.$$

$$\Delta_2(R+\Phi) = -\frac{1}{r^3}\int F(r)\,dr + \frac{F(r)}{r^2} - \frac{2}{r}\frac{\partial F(r)}{\partial r} - \frac{\partial^2 F(r)}{\partial r^2} = 0,$$

où

$$3r\frac{\partial F(r)}{\partial r} + 5r^2\frac{\partial^2 F(r)}{\partial r^2} + r^3\frac{\partial^3 F(r)}{\partial r^3} = 0.$$

En intégrant, on a

$$F(r) = \frac{C}{r^2} + C_1\,ln\,r + C_{11}.$$

Donc, l'expression de R et Φ devient

$$\Phi = -C\left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r_0^2}\right) - C_1\left(ln\frac{r}{r_0} - 1\right),$$
$$T = 0,$$
$$R = -C\left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r^2}\right) - C_1\,ln\frac{r}{r_0}.$$

---

(1) Lamé, *Leçons sur l'Élasticité*, p. 185.

(2) $T = \frac{C}{r^2}$; $C = 0$.

Cherchons toutes les intégrales de la forme $E(r)\cos(m\varphi)$.

Posons

$$\Phi = -E(r)\cos(m\varphi).$$

Des équations (a) et (b) on tire

$$T = -\frac{m}{r^2}\sin(m\varphi)\int E(r)\,dr$$

et

$$R = \left[\frac{m^2}{r}\int\frac{dr}{r^2}\int E(r)\,dr - \frac{1}{r}\int E(r)\,dr\right]\cos(m\varphi).$$

Il suffit de trouver la fonction $E(r)$ satisfaisant à (c) :

$$\Delta_2(\Phi + R) = 0.$$

La fonction $E(r)$ est déterminée par l'équation linéaire

$$(d)\qquad m^2(4-m^2)E(r) + 3(2m^2-3)\frac{\partial E(r)}{\partial r} + (2m^2-23)r^2\frac{\partial^2 E(r)}{\partial r^2} - 10r^3\frac{\partial^3 E(r)}{\partial r^3} - r^4\frac{\partial^4 E(r)}{\partial r^4} = 0.$$

L'équation caractéristique

$$m^2(4-m^2) + 4m^2k + (2m^2-4)k^2 - 4k^3 - k^4 = 0$$

a 4 racines

$$k_1 = m,$$
$$k_2 = -m,$$
$$k_3 = m-2,$$
$$k_4 = -(m+2).$$

L'intégrale générale de (d) sera

$$E(r) = Ar^{m-2} + Br^m + \frac{\mathcal{A}}{r^m} + \frac{D}{r^{m+2}}.$$

Donc, les expressions des efforts intérieurs sont :

$$\Phi = -\sum\left(Ar^{m-2} + Br^m + \frac{\mathcal{A}}{r^m} + \frac{D}{r^{m+2}}\right)\cos(m\varphi) - C\left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r_0^2}\right) - C_1\left(ln\frac{r}{r_0} + 1\right),$$

$$T = -\sum\left(Ar^{m-2} + \frac{m}{m+2}Br^m - \frac{m}{m-2}\frac{\mathcal{A}}{r^m} - \frac{D}{r^{m+2}}\right)\sin(m\varphi),$$

$$R = \sum\left(Ar^{m-2} - 2Br^m - \frac{2\mathcal{A}}{r^m} + \frac{D}{r^{m+2}}\right)\cos(m\varphi) - C\left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r^2}\right) - C_1\,ln\frac{r}{r_0}$$

$$(m = 1, 2, 3, \ldots).$$

Les premiers termes sont les mêmes que dans la solution de M. Ribière.

La dilatation cubique est :

$$\theta = -\frac{3}{2(\lambda+\mu)}\left(Br + \frac{\mathcal{E}}{r^m}\right)\cos m\varphi - \frac{1}{2(\lambda+\mu)}\left(\frac{2C}{r_0^2} + 2C_1 \, ln \frac{r}{r_0} + C_1\right),$$

θ est une fonction harmonique.

Il reste à déterminer A, B, $\mathcal{A}$, D, C et C_1 pour vérifier les conditions à la surface et aux naissances. On peut suivre une méthode indiquée par M. Ribière.

Cette solution montre l'avantage présenté par la proposition de M. Maurice Levy.

Il est évident que cette méthode peut être appliquée à la solution de l'équilibre du prisme droit.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur la stabilité longitudinale des ballons dirigeables.* Note de M. L. **Torres**, présentée par M. Appell.

M. le colonel Renard a adressé dernièrement à l'Académie trois Communications [1] dans lesquelles il affirme que la difficulté de la direction des ballons provient de l'instabilité longitudinale et indique la manière d'y remédier par l'emploi de surfaces placées vers la poupe qu'il appelle *pennes*. Je suis d'autant plus d'accord avec cette manière de voir que j'avais exprimé ces mêmes opinions dans un Mémoire présenté à l'Académie [2];

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1405 et 1576; et t. CXXXIX, p. 183.

(2) « Il semble que les difficultés présentées actuellement par le problème de l'Aéronautique viennent moins de l'insuffisance des moteurs que du défaut de stabilité des ballons. »

Rapport sur un Mémoire de M. Torres concernant un avant-projet de ballon dirigeable, présenté à l'Académie dans la séance du 26 mai 1902 (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 141).

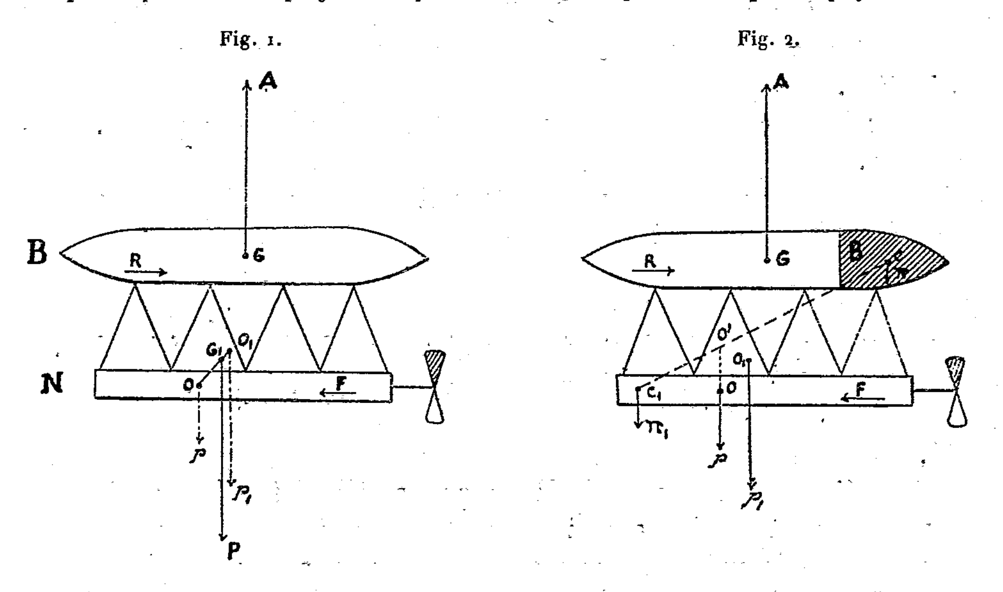
Dans le Mémoire objet de ce Rapport j'insiste longuement sur l'importance de la stabilité et j'indique l'utilité de surfaces stabilisatrices placées vers la poupe, par ces mots (p. 30) :

« Je pense que le ballon, tel que je viens de le décrire, offrira une stabilité suffisante, et qu'on n'aura pas à s'occuper des variations dans le point d'application de la résistance R, dont j'ai parlé au commencement; mais, si des expériences préliminaires ou une étude plus serrée de la question font voir qu'il est nécessaire d'en tenir compte, on pourra les rendre inoffensives ou, mieux encore, les utiliser pour ramener le ballon

mais les études de M. Renard l'ont conduit à une solution qu'il me semble nécessaire de rectifier pour éviter que son autorité incontestable ne puisse induire en erreur les personnes qui s'occupent d'Aéronautique.

Un ballon dirigeable B (*fig.* 1) doit être relié à sa nacelle N de façon à constituer un système qui puisse être considéré comme rigide, soit parce qu'il l'est réellement, soit parce que l'on a employé la suspension triangulée préconisée par Dupuy de Lôme.

Fig. 1. Fig. 2.



Ce système est soumis, pendant qu'il marche, à l'action de quatre forces (*fig.* 1):

A, poussée de l'air ambiant, égale aux poids du volume d'air déplacé par le système, appliquée au centre de gravité de ce volume, G;

P, poids du système, appliqué à son centre de gravité, G_1;

F, force propulsive, dont la ligne d'application coïncide avec l'axe de l'hélice;

R, résistance à la marche, qui varie d'intensité et de position avec la vitesse du système et avec l'inclinaison de l'axe du ballon.

Si les quatre forces A, P, F, R s'équilibrent pendant que le ballon marche avec son axe horizontal, à une vitesse déterminée, nous dirons que *le système est équilibré pour cette vitesse*.

On pourra, en général, l'équilibrer pour une vitesse quelconque entre certaines limites. Décomposons, pour simplifier les explications ultérieures, le poids P en deux autres p_1, p, appliqués aux points, o_1, o, et qui représentent : le premier, l'ensemble des poids fixes (l'enveloppe du ballon, l'hydrogène qui la remplit, la nacelle, etc.); et

---

à sa position horizontale; pour y parvenir, on ajoutera au ballon deux voiles horizontales, triangulaires, attachées à la pointe postérieure de son enveloppe et à une barre horizontale, perpendiculaire à l'arbre p et fixée à celui-ci au point a. »

le second, l'ensemble des poids mobiles (lest, aéronautes, etc.). Plus la vitesse sera grande, plus il faudra rapprocher de la proue les poids mobiles, pour que le couple de rappel formé par les forces A et P équilibre exactement le couple de renversement formé par les forces F et R.

Considérons un ballon équilibré et imaginons que, sans changer sa vitesse, on fasse prendre à son axe une inclinaison si petite qu'on voudra. En général, l'équilibre sera rompu et les cinq forces A, p_1, p, F, R donneront une résultante qui ne passera pas par le centre de gravité. *Le moment de cette résultante par rapport au centre de gravité du système* fera donc tourner celui-ci soit pour le ramener à la position normale (équilibre stable), soit pour l'en éloigner (équilibre instable).

Or M. Renard paraît croire que la rotation du système est déterminée par *le moment de cette résultante par rapport au centre de gravité du volume occupé par l'hydrogène*, ou *centre de poussée de l'hydrogène*, comme il l'appelle lui-même; et il arrive ainsi à imaginer, pour stabiliser les ballons marchant à grande vitesse, *un ballonnet de poupe*, B (*fig.* 2), qu'on remplit d'air, pour rapprocher de la proue le centre de poussée de l'hydrogène. La solution est complétée par des ballonnets extérieurs (pennes), dont je n'ai pas à parler.

Or; il est aisé de voir que le ballonnet de poupe ne peut produire qu'un effet nuisible.

Supposons d'abord que le système (*fig.* 2), avec son ballonnet de poupe, B, rempli d'hydrogène, est équilibré pour la vitesse V, le centre de gravité de l'ensemble des poids mobiles p, étant au point o indiqué par la figure. Imaginons maintenant qu'on remplisse le ballonnet d'air; on alourdit, par cette opération, le système d'un poids π égal à la force ascensionnelle de l'hydrogène qui remplissait le ballonnet; il faudra donc l'alléger d'autant, en jetant du lest; l'ensemble des poids mobiles sera donc maintenant π_1 ($\pi_1 = p - \pi$). Si nous voulons, dans ces conditions, équilibrer de nouveau le système pour la vitesse V, il faudra faire en sorte que la résultante des poids π et π_1 soit appliquée suivant la verticale op, parce que les autres forces que nous avons à considérer (A, p_1, F, R) ne peuvent changer en rien par la substitution de l'air à l'hydrogène; en somme nous n'aurons fait que déplacer le centre de gravité de l'ensemble primitif des poids mobiles, p, du point o au point o'.

Donc par l'emploi du ballonnet de poupe nous diminuerons le poids dont on peut disposer dans la nacelle et, en même temps, nous ferons monter le centre de gravité du système, ce qui est nuisible au point de vue de la stabilité.

PHYSIQUE. — *Sur le diamagnétisme du bismuth.*
Note de M. A. Leduc, présentée par M. Lippmann.

On sait qu'un bâtonnet cylindrique de bismuth convenablement suspendu entre les pôles d'un électro-aimant s'oriente équatorialement, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction du champ magnétique.

Cependant Faraday a constaté qu'un fragment de bismuth ne s'oriente pas toujours de manière que sa plus grande dimension soit perpendiculaire aux lignes de force.

L'influence de la cristallisation, qui se manifeste ainsi, a été mise en évidence par les expériences de Plücker sur divers cristaux et expliquée par celles de Tyndall et Knoblauch sur les poudres magnétiques ou diamagnétiques (1848 à 1851).

Quoique le bismuth appartienne au système cubique, il paraît certain qu'une sphère taillée dans un cristal de ce métal s'orienterait dans le champ, les lignes de plus grand tassement tendant à se placer équatorialement. Il est probable d'ailleurs que, conformément aux idées émises par M. P. Weiss (1) à propos de ses expériences sur la magnétite cristallisée, ces lignes sont les axes ternaires.

Mais il serait peut-être difficile de tailler une sphère dans un cristal de bismuth.

Voici une expérience en quelque sorte réciproque, beaucoup plus facile à réaliser, et que j'ai faite en 1886, alors que j'étudiais les propriétés du bismuth dans le champ magnétique.

J'ai pensé que si l'on faisait cristalliser du bismuth dans le champ, chaque cristal tendrait à s'orienter, au moment de sa formation, comme il le ferait ensuite s'il était isolé. Et, comme il en serait de même dans toute la masse cristalline, l'intervention du champ aurait pour effet de déterminer dans sa propre direction un *tassement minimum*, c'est-à-dire un *maximum de perméabilité*.

Ces prévisions furent réalisées de la manière suivante :

Je remplis de bismuth fondu plusieurs petits ballons de verre aussi sphériques que possible, de 2^{cm} de diamètre environ, placés dans le champ intense produit par un

---

(1) *Journal de Physique*, 2e série, t. V, 1896, p. 435.

électro-aimant horizontal de Faraday (4000 à 5000 C.G.S.). Le métal cristallise dans ce champ.

Chacune des sphères de bismuth solide ainsi obtenue peut être suspendue ensuite dans ce même champ au moyen d'un fil fixé à un bouchon que l'on enfonce dans le col du petit ballon où elle a été moulée. *Elle reprend alors l'orientation qu'elle avait au moment de sa solidification*, et si, en l'absence du champ, on lui imprime un mouvement de rotation en tordant le fil, elle s'arrête rapidement si l'on excite le champ, dans une position telle que *la direction de perméabilité maxima soit confondue avec celle du champ.*

Il est bien probable qu'on obtiendrait le même résultat si l'on pouvait faire cristalliser ainsi dans un champ magnétique intense de la magnétite, par exemple, ou de la pyrrhotine, ou toute autre substance magnétique ou diamagnétique.

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes.* Note de M. **Pierre Massoulier**, présentée par M. J. Violle.

J'ai déjà montré ([1]) que les flammes d'éther sont le siège d'une ionisation en volume intense. J'ai fait voir, en outre, que cette ionisation dépend non seulement de la température, mais aussi des réactions chimiques qui se produisent dans la flamme.

C'est pour mettre ce dernier point plus nettement en évidence que j'ai introduit du gaz carbonique dans mes flammes. J'ai pu observer ainsi un abaissement très notable de la température et, simultanément, un accroissement considérable de l'intensité du courant recueilli sous voltage constant.

Par exemple, j'ai opéré sous 88^{volts} avec des électrodes à 2^{mm} l'une de l'autre et à 2^{cm} au-dessus du bec. La flamme bleue était obtenue par la combustion d'un courant d'air de 80^{1} à l'heure saturé de vapeur d'éther. En mélangeant à cet air du gaz carbonique j'ai observé les faits suivants :

Débit de CO^2.	Électrodes.	Courant ([2]).
0	orangé clair	14
9^{1} à l'heure	»	21
18^{1} »	orangé	31
36^{1} »	rouge	41
45^{1} »	rouge sombre	35
66^{1} »	noir	33

([1]) *Comptes rendus*, 23 janvier et 6 mars 1905.

([2]) 1^{mm} représente 2.10^{-8} ampère.

Ces résultats s'interprètent immédiatement en admettant que le gaz carbonique se dissocie dans la flamme et que : 1° cette dissociation, en absorbant de la chaleur, abaisse la température du milieu ; 2° qu'elle fournit un appoint très important à la production des ions puisque le courant devient trois fois plus intense malgré la diminution très notable des mobilités liée à l'abaissement de température et malgré l'accroissement de vitesse du courant gazeux qui permet à un plus grand nombre d'ions d'échapper à l'action du champ.

Ces phénomènes paraissent bien devoir être rattachés à la dissociation du gaz carbonique, car, si on le remplace par un autre gaz non susceptible de se dissocier, de l'air par exemple, l'effet produit est tout autre : en augmentant progressivement de 52^{1} à l'heure le débit de l'air, la température varie fort peu et paraît plutôt s'élever tandis que le courant baisse et tombe à 4.

Je me propose, d'ailleurs, de préciser et d'étendre ces recherches sur les relations qui peuvent exister entre les phénomènes chimiques et la dissociation.

PHYSIQUE. — *Sur la variation de la différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Préliminaires. — Considérons deux liquides A et B miscibles et amenés au contact directement.

1° Supposons que A est une dissolution aqueuse d'un électrolyte pur non hydrolysable et B de l'eau distillée. Pour passer de A à B on rencontrera des couches de transition dont la teneur en corps dissous diminuera régulièrement jusqu'à zéro, quelle que soit l'épaisseur de ces couches intermédiaires. Par suite la différence de potentiel $V_A - V_B$ (intégrale des différences de potentiel partielles au contact des couches successives intermédiaires) sera toujours la même, indépendante de la façon dont se fera le contact A, B.

2° Si A et B sont des dissolutions aqueuses de corps purs différents ou si, A étant de l'eau pure, B est une dissolution d'un mélange de deux corps, il n'en sera pas nécessairement ainsi. On peut en effet imaginer que les couches de transition différeront de composition suivant que l'on aura laissé agir la seule diffusion ou que l'on provoquera un mélange au niveau de la zone de séparation.

Expériences. — Voici les premiers résultats de nos recherches expérimentales sur ce sujet.

A. On dispose la chaîne suivante, symétrique pour les concentrations,

$$Zn \mid SO^4Zn \mid SO^4Na^2 \overset{(I)}{\mid} H^2O \overset{(II)}{\mid} SO^4Na^2 \mid SO^4Zn \mid Zn.$$

Tous les contacts liquides, sauf (I), ont lieu par superposition suivant les densités, sans précautions spéciales.

Le contact $SO^4Na^2 \overset{(I)}{\mid} H^2O$ se produit en faisant écouler SO^4Na^2 par un tube de verre étroit dans une grande masse d'eau distillée.

Dans ces conditions, SO^4Na^2 étant pur, on ne constate aucune différence de potentiel dans le circuit.

Cela vérifié les deux chaînons SO^4Na^2 symétriques sont remplacés par SO^4Na^2 contenant des traces de SO^4H^2 (dissolution de densité 1007 contenant par litre $0^g,50$ environ de SO^4H^2).

Si les contacts (I) et (II) sont obtenus par simple superposition sans précautions spéciales, on n'a pas de différence de potentiel. Mais dès que l'écoulement se produit, le côté SO^4Na^2 mobile devient négatif.

L'expérimentation nous a démontré :

1° Que le phénomène, dans de certaines limites, est indépendant de la pression. Il n'est donc pas comparable au phénomène de Quincke pour l'écoulement de l'eau dans des tubes;

2° Que le courant électrique développé suit la loi de Ohm. Il s'agit donc d'une véritable force électromotrice.

Cette force électromotrice n'est pas négligeable; elle atteint environ 56 millivolts pour la solution dont nous avons parlé.

B. L'expérience suivante, faite avec SO^4Cu commode à étudier à cause de sa couleur, prouve que *le phénomène observé est lié à l'existence d'une surface nette de séparation créée par l'écoulement.*

Dans un flacon cylindrique on superpose et fait arriver à volonté une dissolution de SO^4Cu et de l'eau distillée. Un tube de vidange étroit, muni d'un robinet, a son ouverture horizontale située à l'intérieur, dans le plan de séparation des deux liquides. En ouvrant ce robinet on peut donc renouveler les couches avoisinant la surface de séparation.

La chaîne

$$Zn \mid SO^4Zn \mid SO^4Cu \mid H^2O \mid SO^4Cu \mid SO^4Zn \mid Zn$$

étant complétée et réunie à l'électromètre, on constate ce qui suit :

Avant l'ouverture du robinet les deux contacts $H^2O \mid SO^4Cu$ obtenus de la même façon par superposition des mêmes liquides sont comparables. Il n'y a pas de différence de potentiel dans le circuit. On ouvre le robinet. La surface de séparation correspondante, facile à observer à cause de la coloration bleue de SO^4Cu, devient tran-

chée. Le côté SO^4Cu attenant à cette surface se montre négatif : c'est aussi le signe que prend SO^4Cu dans l'expérience où on le fait s'écouler dans une grande masse d'eau distillée.

La différence de potentiel augmente avec la netteté plus grande de la surface de séparation. Elle atteint un maximum qui est très voisin de la valeur constatée dans le cas de l'écoulement d'un filet de la dissolution dans l'eau pure.

C. Si l'on arrête l'écoulement du robinet de vidange, en évitant le brassage des liquides, on constate que la différence de potentiel diminue lentement en persistant plusieurs heures, même après que la diffusion très visible de SO^4Cu a supprimé la netteté de la surface de séparation.

Ce fait intéressant constaté avec un sel dit pur, du commerce, nous amena cependant à penser : 1° que SO^4Cu employé était légèrement acide et que 2° *le phénomène observé dans nos expériences était dû à la diffusion plus rapide des traces de* SO^4H^2 *contenu dans la dissolution saline, acide qui, dans le cas de formation d'une surface fraîche de séparation, pouvait donner une couche nouvelle intermédiaire entre* H^2O *et la dissolution saline.*

Les expériences suivantes prouvent qu'il en est bien ainsi.

a. La dissolution de SO^4Cu, qui donnait par écoulement dans l'eau une différence de potentiel de 60 millivolts, est agitée quelques instants avec l'eau de baryte. Le liquide décanté ne donne plus que quelques millivolts.

b. Ce liquide devenu presque inactif est additionné de traces de SO^4H^2. L'expérience d'écoulement donne une forte différence de potentiel.

c. On fait des chaînes liquides à contacts immobiles obtenus sans précautions spéciales.

La chaîne SO^4Cu acide | H^2O | SO^4Cu acide, on le sait, ne donne pas de différence de potentiel dans le circuit.

La chaîne SO^4Cu acide | SO^4H^2 dilué | H^2O | SO^4Cu acide montre une différence de potentiel de même ordre de grandeur que celle constatée dans les expériences décrites, et le côté SO^4Cu attenant à l'acide est négatif. C'est donc la vérification de l'hypothèse faite. Une autre preuve indirecte est fournie par cette dernière expérience.

d. On provoque d'un côté d'une chaîne symétrique, l'écoulement dans H^2O de SO^4Na^2 contenant des traces de NaOH. Ce côté devient *positif;* il était *négatif* quand SO^4Na^2 renfermait des traces de SO^4H^2.

Ces recherches se continuent dans le laboratoire de M. Gouy. Nous en ferons connaître les résultats.

PHYSIQUE. — *Sur le dichroïsme produit par le radium dans le quartz incolore et sur un phénomène thermo-électrique observé dans le quartz enfumé à stries.* Note de M. N. ÉGOROFF, présentée par M. Mascart.

1. Il y a deux ans, j'ai voulu m'assurer si la coloration produite dans le quartz par le radium n'était pas accompagnée de changements dans la marche des rayons. J'avais à ma disposition une lame de $2^{mm},7$ d'épaisseur, taillée par M. Jobin parallèlement à l'axe et coupée ensuite en deux moitiés carrées identiques. Par la méthode des spectres cannelés, j'ai cherché à me rendre compte s'il n'y avait pas une différence de marche dans les rayons ayant traversé les deux portions de la lame, l'une fortement teintée par le radium, l'autre laissée incolore.

J'ai pu constater avec un spectroscope à vision directe deux systèmes de franges d'interférence, séparés par une ligne correspondant à la surface de contact des deux moitiés de la lame, dans lesquels toutes les franges visibles de l'un étaient exactement dans le prolongement de celles de l'autre, avec cette seule différence que, dans le système correspondant à la moitié teintée, les franges étaient traversées par une bande d'absorption transversale.

Bien que par cette méthode je n'aie pas observé de différence dans la marche des rayons, j'ai examiné la moitié teintée de la lame à l'aide d'une loupe dichroscopique et j'ai pu constater que cette moitié présentait un dichroïsme identique à celui qu'on observe ordinairement dans le quartz enfumé. J'ai soumis la même plaque à l'action du radium pendant une semaine : la teinte ainsi que le dichroïsme se trouvèrent renforcés et en même temps apparurent dans la plaque quelques stries teintées disposées à 45° de l'axe. Un phénomène analogue d'apparition de stries a été observé plus récemment par MM. Salomonsen et Dreyer (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 533).

2. Ces faits m'ont donné l'idée de rechercher des quartz naturels à stries enfumées. J'ai eu la chance d'en trouver un échantillon dans la collection minéralogique du Musée de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, et M. Tchernicheff, directeur du Musée, a eu l'amabilité de mettre cet échantillon à ma disposition. C'est une lame de 5^{mm} environ d'épaisseur, taillée à peu près parallèlement à l'axe et limitée sur deux des côtés par des faces naturelles (une pyramidale, l'autre prismatique). Elle présente un système remarquable de stries enfumées disposées parallèlement aux faces naturelles (en forme de corniche angulaire). En comparant la disposition de ces stries avec celles qu'avait produites le radium dans la lame fournie par M. Jobin, j'ai été conduit à admettre que cette dernière a été découpée

dans la partie pyramidale du cristal. J'ai découpé, dans la lame que m'a offert M. Tchernicheff, une petite plaque; je l'ai décolorée par la chaleur et je l'ai soumise ensuite à l'action du radium pendant 10 jours. Les stries qui reparurent ont été identiques à celles de la portion de ce cristal laissée à l'état naturel comme témoin.

3. Un autre échantillon de quartz à stries enfumées du Brésil, taillé à peu près perpendiculairement à l'axe, m'a été fourni par M. Grebel, de Genève. Dans ce cristal les stries sont parallèles aux axes secondaires et, au milieu de la partie transparente en forme de trapèze, sont disposées en forme de trèfle trois taches triangulaires enfumées légèrement jaunâtres, les sommets des triangles se touchant presque au milieu du trapèze. La disposition particulière des taches m'a conduit à essayer l'effet de la chaleur dans deux conditions différentes :

a. Je chauffe le milieu de la plaque à l'aide d'une tige chaude en laiton et j'obtiens, par la méthode des poudres de M. Kundt (mélange de soufre et de minium), la figure en forme d'étoile démontrant le phénomène ordinaire de *piézo-électricité*.

b. Je soumets la plaque à un échauffement uniforme en la plaçant sur une large plaque de laiton chauffée à 100° C.

J'observe alors, par la même méthode des poudres, une figure reproduisant l'aspect des stries et des taches triangulaires du trapèze, les espaces transparents entre les stries et les taches étant couverts de minium indiquant une électrisation négative. C'est là, je crois, *un phénomène thermo-électrique nouveau*.

Il me semble que le dichroïsme provoqué par le radium dans le quartz incolore, la décoloration bien connue du quartz enfumé par la chaleur et le nouveau phénomène thermo-électrique constaté dans le quartz naturel à stries enfumées constituent un groupe de phénomènes qui nous mettra, peut-être, sur la voie d'une relation intime existant entre la coloration du quartz enfumé, de l'améthyste, de la fluorine colorée, du sel gemme bleu, etc., et les phénomènes de radioactivité, qui se produisaient à l'intérieur de notre globe dans les temps passés. Les faits exposés plus haut sont les premiers résultats de recherches que je continue et dont j'espère avoir bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats ultérieurs (1).

(1) Je remercie mon ami M. A. Guéorguiewsky du concours zélé qu'il a bien voulu me prêter dans ces recherches.

PHYSIQUE. — *Dispositif auto-amortisseur applicable aux mouvements pendulaire et oscillatoire.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Poincaré.

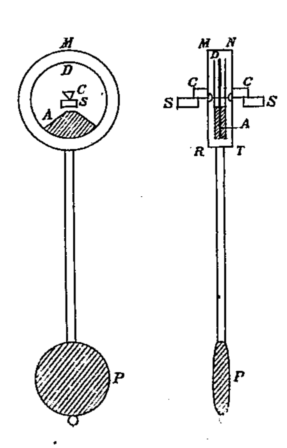
Les systèmes amortisseurs connus sont basés soit sur des frottements liquides ou gazeux; soit sur des frottements magnétiques créés par des courants induits dans un champ puissant.

Pour les premiers, on sait qu'il y a de nombreux inconvénients provenant de la difficulté de réglage, des effets capillaires, de la difficulté de transport des appareils.

Pour les autres, la nécessité d'avoir un champ magnétique puissant exige l'emploi d'aimants dont la masse est toujours énorme par rapport à celle de l'appareil qu'on veut amortir.

Le dispositif suivant permet de remédier à ces inconvénients.

Soit, par exemple, un pendule formé d'une masse P, oscillant autour de l'arête des couteaux CC, portés par les plans SS. On dispose entre les couteaux, dans la masse de l'appareil, une cavité cylindrique MNRT, dont l'axe coïncide avec l'arête des couteaux.



Dans MNRT, on place un disque D muni d'un contrepoids A, et d'un petit axe qui viendra reposer sur deux pivots de façon à coïncider exactement avec l'axe du cylindre MNRT. On a ainsi disposé un second pendule à l'intérieur du premier. On remplit alors le cylindre d'un liquide visqueux de façon qn'aucune bulle d'air ne puisse y demeurer.

Dans ces conditions l'on constate que, pour une valeur convenable du rapport des périodes du disque et du pendule, ce dernier écarté de sa position d'équilibre y revient sans oscillation. En modifiant légèrement la valeur de ce rapport l'on règle à volonté le nombre des oscillations qui précèdent le retour à l'immobilité.

Fonctionnement de l'appareil. — La théorie complète de ce système serait extrêmement complexe. Mais on peut se faire une idée approximative de son fonctionnement. Examinons d'abord un cas plus simple.

Supposons le disque D supprimé, le liquide visqueux occupant seul la cavité. On peut, par la pensée, décomposer ce liquide en une série de couches parallèles aux bases du cylindre. Si l'on communique à P une impulsion brusque, l'inertie des couches liquides centrales leur fera prendre un retard par rapport aux couches voisines des parois solides. Il en résultera des courants liquides; le travail effectué contre la viscosité ainsi mise en jeu pourra amortir les mouvements de P. Pour une valeur convenable du rapport des vitesses de P aux vitesses de ces courants, on aura un appareil apériodique.

Mais on voit que l'amortissement dépend des courants liquides; par conséquent, de l'impulsion communiquée à P. Pour une impulsion faible, il n'y aura pas de courant appréciable, pas d'amortissement. Pour une impulsion trop forte, au contraire, il y aura des courants trop intenses, et d'ailleurs désordonnés.

Les mouvements cesseront d'être oscillatoires; on n'aura de plus aucun amortissement. Ces différents points ont été vérifiés expérimentalement.

Rétablissons maintenant le disque D, dont la période est très courte par rapport à celle de P. Quand P reçoit une impulsion, D sera d'abord entraîné par le liquide (et aussi par les frottements des pivots, mais ces derniers sont négligeables). Par suite de sa très courte période, D reviendra très vite vers sa position initiale. Ainsi D est soumis à un entraînement qui dépend de la viscosité du liquide; mais il prend une vitesse fonction de sa période propre, vitesse qu'il communiquera au liquide. Il agira donc comme *régulateur* pour les mouvements intérieurs du liquide. Il augmente ces mouvements dans le cas d'impulsions trop faibles; il les diminue et les ordonne dans le cas d'impulsions trop fortes.

Avantages de l'auto-amortisseur. — L'expérience a montré que ce dispositif présente les avantages suivants :

1° Il supprime toute difficulté de transport et de réglage des appareils. Les actions capillaires n'y interviennent pas.

2° Il permet de réduire beaucoup le rapport de la masse du système amortisseur à la masse du système amorti. Ceci tient sans doute à ce que c'est l'inertie du cylindre liquide qui intervient, et par conséquent le carré du rayon de ce cylindre.

On peut du reste diminuer encore le rayon de la cavité et, par suite, la

masse de liquide nécessaire, en augmentant la surface de frottement entre le liquide et le système pendulaire intérieur, grâce à l'artifice suivant : On substitue au disque unique D une sorte de pile de disques de même rayon, présentant entre eux des intervalles de quelques millimètres.

Par exemple, on a pu rendre apériodique un système pendulaire pesant 230^g, ayant une période de 6 secondes et une longueur de 35^{cm}, avec une pile de 3 disques de mica distants de 2^{mm} et ayant un rayon de 35^{mm}. La cavité dans laquelle plongeaient ces disques avait 6^{mm} de hauteur et contenait 20^g d'un mélange d'huile, de vaseline et de pétrole. La période des disques était de $0^s,2$.

Dispositif auto-amortisseur sans liquide. — Avec une pile de disques suffisamment nombreux, présentant entre eux, et laissant entre les extrémités de la pile et les parois du cylindre des intervalles de l'ordre du demi-millimètre, on peut supprimer le liquide. Sous des épaisseurs aussi faibles, la viscosité de l'air suffit à produire l'amortissement.

C'est ainsi que, dans le dispositif précédent, l'apériodicité était obtenue pour une pile de 9 disques de mica, pesant ensemble et avec le contrepoids $6^g,5$, et présentant une période de $0^s,4$. La construction est seulement beaucoup plus délicate que dans le cas du liquide.

Dans ce cas particulier, l'inertie de l'air n'intervenant pas, on peut faire une théorie approchée de l'appareil en appliquant les équations classiques du pendule, dans lesquelles on introduit un terme de frottement proportionnel à la différence des vitesses des deux pendules.

Application aux appareils de torsion à axe vertical. — Elle est des plus simples. Le cylindre sera à axe vertical, coïncidant avec celui de l'appareil; au lieu de contrepoids A, les disques D porteront un aimant de moment magnétique convenable, oscillant soit dans le champ terrestre, soit sous l'action de pièces de fer doux fixées dans le bâti.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une photographie d'éclair montrant une incandescence de l'air.* Note de M. **Em. Touchet**, présentée par M. Lippmann.

Certains éclairs, particulièrement ceux d'une grande intensité, semblent persister un certain temps en s'éteignant graduellement. Ce phénomène n'est pas très fréquemment visible. Il se produit généralement après des éclairs linéaires très brillants. On voit alors, sur le fond noir du ciel, une image de l'éclair lui-même, occupant exactement la place où celui-ci avait

jailli, d'une couleur jaune verdâtre ou rougeâtre et dont l'éclat diminue très rapidement. On y distingue les petits détails masqués par l'irradiation dans l'éclair principal. Il ne s'agit pas là d'une impression rétinienne car j'ai pu constater simultanément l'existence des deux images, l'impression rétinienne étant mobile avec l'œil.

Cette lueur peut atteindre une durée d'une seconde ou deux. Elle a été comparée par M. Liais à la traînée d'un bolide, par M. Prinz, à celle d'une fusée, par M. Pockel, à l'aspect du filament d'une lampe à incandescence lorsqu'on vient de rompre le courant [1] et par l'auteur à une phosphorescence analogue à celle laissée par une étincelle électrique sur de la craie (*Bulletin de la Société astronomique de France*, juillet 1897, p. 263).

Dans son excellente *Etude de la forme et de la structure de l'éclair par la photographie*, M. W. Prinz écrit, après avoir rappelé que certains éclairs sont constitués par plusieurs décharges successives se produisant à la même place : « .... Les intervalles entre les décharges partielles qui constituent l'étincelle atmosphérique sont ordinairement voisins de $0^s,1$, c'est-à-dire qu'ils sont près de la limite de perception visuelle.... Ainsi s'explique le tremblotement de la lumière produit par l'éclair et l'illusion que l'on a souvent d'une lueur particulière qui succéderait au sillon lumineux lui-même.... »

Nos observations montrent qu'il s'agit là de deux phénomènes différents.

Le tremblotement de la lumière des éclairs est dû, en effet, à des décharges successives empruntant toutes le même chemin, à de petits détails près. Ce sont ces éclairs que M. H.-H. Hoffert a appelés « intermittent lightning flashes » dans son Mémoire paru dans les *Proceedings of the Physical Society of London*, 1889, p. 176.

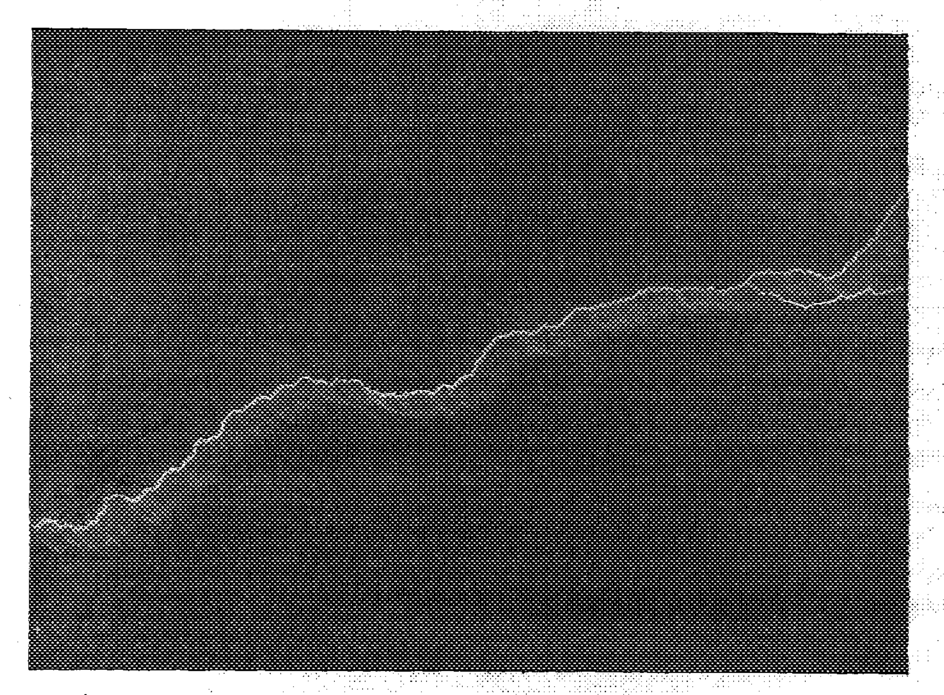
Mais la lueur particulière succédant immédiatement à certains éclairs semble produite par l'incandescence des éléments de l'air atmosphérique portés à une très haute température par la décharge électrique (*Bulletin de la Société astronomique de France*, mars 1904, p. 141).

J'ai donc cherché à obtenir des photographies mettant en évidence l'existence de cette lueur résiduelle. J'y suis parvenu dans une photographie prise au cours du violent orage du 12 avril 1904, à $9^h 40^m$ du soir.

L'appareil était tenu à la main, aussi immobile que possible. La surprise causée par

(1) Cette comparaison est certainement la meilleure et rend le mieux compte des faits.

une forte décharge nous fit faire un brusque mouvement. L'éclair, très intense, fut suivi immédiatement de cette lueur particulière décroissante qui disparut au bout de 2 secondes environ. La plaque, au développement, montra l'éclair très détaillé et bordé d'un côté, dans toute sa longueur, d'un éclairement continu, semblable à un ruban,



Éclair avec incandescence de l'air photographié le 12 avril 1904, à $9^h 40^m$ du soir.

avec maxima de lumière. Cet éclairement, causé par l'étalement sur la plaque sensible du sillon incandescent ayant succédé à l'éclair, n'aurait pas été décelé sans le brusque mouvement fait au moment de l'explosion. On reconnaît, en examinant ce ruban, que le mouvement n'a pas été uniforme et il est facile, en outre, d'en déterminer la direction.

En résumé, on peut attribuer à l'incandescence des gaz de l'air la lueur continue qui persiste quelques instants après certains éclairs et obtenue antérieurement sur diverses photographies prises par d'autres expérimentateurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de la glycérine.* Note de M. MARCEL P.-S. GUÉDRAS.

J'ai constaté, en préparant des matières plastiques à base de caséine, glycérine et acide acétique, la formation d'éthers glycériques.

Dans ses beaux travaux sur les éthers de la glycérine, M. Berthelot nous a fait savoir : qu'un acide monobasique, en présence d'un excès de glycérine, donne surtout un composé de la première série, c'est-à-dire un composé monoacide; il ajoute : la réaction est lente à froid, plus rapide à 100° et atteint son maximum de vitesse à 200°.

Dans la préparation des matières plastiques à dose de caséine, glycérine et acide acétique, le mélange est fait à froid et, de ce fait, la réaction devrait être lente. C'est justement le contraire qui a lieu : la réaction est rapide.

Nous nous trouvons en présence, certainement, d'une action catalytique.

La catalyse est-elle due à la caséine ou à la glycérine ? Il ne faut pas oublier que la glycérine joue dans certaines réactions, elle aussi, le rôle d'agent catalytique. Certains auteurs citent comme un exemple l'action catalytique, à chaud, de la glycérine sur l'acide oxalique.

Dans la réaction qui nous intéresse, nous avons formation de monoacétine :

$$C^6H^8O^6 + C^4H^4O^4 - H^2O = \underbrace{C^{10}H^{10}O^8}_{\text{Monoacétine}}.$$

En fait, nous avons un excès de glycérine et aussi la masse de caséine.

Je ne serais pas éloigné d'admettre le rôle catalytique de la caséine aidée par la glycérine en excès. La caséine joue là le rôle de la matière poreuse dans les réactions dites *de contact*. Il ne faut pas oublier, bien que toutes les réactions catalytiques ne soient pas basées sur cette règle, que l'action catalytique des matières poreuses est due à l'air qu'elles contiennent.

Dans la réaction présente, la formation de la monoacétine est presque immédiate et laisse croire que la caséine qui, elle, ne subit aucune modification chimique, joue un rôle important comme agent catalytique.

Je me propose de continuer d'étudier, dans des conditions autres que celles indiquées ci-dessus, l'action de ce composé comme agent catalytique et la possibilité d'obtenir la di- et la triacétine à basse température en présence de la caséine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Liquéfaction de l'allène et de l'allylène.* Note de MM. **Lespieau** et **Chavanne**, présentée par M. Haller.

On sait combien est délicate l'isomérie des deux carbures C^3H^4 connus, l'allylène $CH \equiv C - CH^3$ et l'allène $CH^2 = C = CH^2$. Il nous a paru intéressant d'étudier la liquéfaction de ces deux gaz, en vue d'arriver à connaître de nouvelles constantes permettant de les distinguer, en vue aussi d'obtenir l'allène à un degré de pureté supérieur à celui auquel on est parvenu jusqu'ici.

Nous avons préparé l'allène en faisant agir la poudre de zinc sur l'épidibromhydrine α, $CH^2 = CBr - CH^2Br$, en présence d'alcool. Malgré de nombreuses distillations fractionnées, ce propylène dibromé n'a jamais pu être obtenu assez pur pour présenter un point d'ébullition très fixe; celui que nous avons utilisé passait de 141° à 143° sous la pression atmosphérique habituelle. Il avait d'ailleurs été préparé à partir d'une tribromhydrine extrêmement pure.

L'allylène a été obtenu en faisant agir la soude alcoolique sur le bromure de propylène; on absorbait le carbure acétylénique par le chlorure cuivreux ammoniacal, on lavait le précipité obtenu, puis on le traitait par l'acide chlorhydrique dilué et tiède.

Les deux gaz, bien lavés à l'eau, étaient renfermés en attendant leur utilisation dans un gazomètre de Deville, en contact avec une grande masse d'eau salée.

Avant de se rendre aux tubes de liquéfaction, ils traversaient un laveur à eau, une colonne de chlorure de calcium et une de potasse fondue; ils passaient de là dans un appareil qui n'était que la reproduction de celui de M. Moissan, destiné à la préparation des gaz purs (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 363); le tube à boules qu'il comporte était ici refroidi à —23° par du chlorure de méthyle.

Le carbure étant maintenu solide, on isolait par un trait de chalumeau le tube où il se trouvait des appareils desséchants, on y faisait le vide à la trompe à mercure, puis on réchauffait un peu de façon à faire distiller une partie de son contenu dans un deuxième tube condensateur. C'est cette portion redistillée qui a été étudiée; les températures ont été mesurées à l'aide d'un couple fer-constantan. Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés :

L'allène $CH^2 = C = CH^2$ fond à —146°; la tension de vapeur du solide obtenu est alors d'environ 10^{mm}. Le même carbure bout à —32° sous la pression d'une atmosphère. Le point critique de l'allène est +120°,75; c'est du moins la température à laquelle disparaît ou réapparaît l'image d'un bec de gaz produite par réflexion sur la surface du liquide contenu dans un tube scellé.

L'allylène $CH \equiv C - CH^3$ fond à —110°; la tension du solide obtenu

est encore voisine de 10^{mm}; le point d'ébullition de ce carbure sous la pression atmosphérique est $-23^\circ,5$; son point critique déterminé comme précédemment est $+129^\circ,5$.

En vue de s'assurer de la pureté des gaz utilisés par nous, nous les avons brûlés dans l'eudiomètre; il nous a fallu introduire le carbure en plusieurs fois à cause de la violence de l'explosion. Nous avons obtenu les résultats suivants :

I. *Allène.* — $2^{cm^3},6$ de carbure additionnés de $20^{cm^3},4$ d'oxygène ont laissé après l'étincelle un résidu occupant $17^{cm^3},8$ et qui, traité par la potasse, s'est réduit à 10^{cm^3}.

II. *Allylène.* — $2^{cm^3},5$ de carbure additionnés de $19^{cm^3},4$ d'oxygène ont laissé après l'étincelle un résidu occupant $16^{cm^3},8$ et qui, traité par la potasse, s'est réduit à $9^{cm^3},4$.

Ces données correspondent bien dans les deux cas à des carbures de formule C^3H^4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation du benzonitrile et du paratolunitrile.* Note de M. **A. Frebault**, présentée par M. A. Haller.

MM. Sabatier et Senderens ont appliqué dernièrement leur *méthode générale d'hydrogénation directe par catalyse* à la préparation des benzylamines, en partant du benzonitrile. Dans cette opération, ils se sont servis du cuivre hydrogéné, et ils ont obtenu ainsi les bases primaire et secondaire, cette dernière en quantité bien supérieure à l'autre. Le nickel, qu'ils ont tenté d'employer à cette hydrogénation, ne leur a donné que du toluène et de l'ammoniaque.

Nous avons pu cependant réaliser la formation de ces mêmes amines, par hydrogénation du benzonitrile, en nous servant du nickel, qui s'est fort bien comporté dans la circonstance, sans doute parce que nous avons opéré dans des conditions différentes (1). Nous croyons donc utile de faire connaître sommairement comment nous avons procédé :

Le tube contenant le nickel réduit était couché dans une gouttière *ad hoc* et entièrement plongé dans de la limaille de fer, dans le but de répartir la chaleur aussi uniformément que possible. L'appareil a été chauffé à 250° environ; le courant d'hydrogène a été maintenu assez rapide, et l'on faisait tomber le benzonitrile dans le tube

(1) Ce travail était presque terminé lorsque MM. Sabatier et Senderens ont communiqué leur Note sur l'hydrogénation du benzonitrile à la Société chimique (Section de Toulouse).

à la dose de 25 à 30 gouttes par minute. Ce sont là les conditions qui nous ont paru les plus avantageuses. Ajoutons que, grâce à un dispositif spécial, nous pouvions à volonté nous assurer de la qualité du liquide condensé, à toutes les phases de l'opération.

Le produit de la réaction a été introduit dans un grand ballon, puis additionné d'un excès d'acide chlorhydrique et d'eau. On a fait passer dans la solution un courant de vapeur d'eau pour entraîner le nitrile non attaqué ainsi que le toluène qui s'est formé pendant la réaction. Ce dernier a été séparé ultérieurement afin de récupérer le nitrile à l'état de pureté. Le résidu contenu dans le ballon a été traité par un excès de potasse pour mettre les bases en liberté, puis le tout a été agité vivement avec du benzène qui s'est emparé de celles-ci. La solution benzénique, décantée, a été distillée au bain-marie pour enlever le benzène. Enfin, le liquide restant a été distillé dans le vide partiel.

La monobenzylamine a été recueillie entre 100° et 105°, sous une pression de 4^{cm} à 5^{cm}; la dibenzylamine entre 195° et 198°, sous la même pression. Le faible résidu du ballon distillatoire a donné quelques cristaux par refroidissement; était-ce de la base tertiaire? C'est probable, mais nous avions trop peu de ce corps pour nous en assurer.

Nous ferons remarquer que nous avons obtenu ainsi des quantités à peu près égales de bases primaire et secondaire.

Hydrogénation du paratolunitrile. — C'est encore au nickel que nous avons eu recours pour effectuer cette hydrogénation. Dans nos premières expériences, nous avons procédé par entraînement du nitrile, maintenu à la température de 190° à 200°, en y faisant barboter l'hydrogène au moyen d'un tube que l'on pouvait enfoncer plus ou moins dans le liquide. Plus récemment, nous avons fait arriver le nitrile directement dans le tube à nickel, en établissant une circulation d'eau chaude autour du tube-réservoir qui le renfermait, de manière à le liquéfier et à en régler l'écoulement.

Le courant d'hydrogène, passant sur le métal réduit et porté à une température voisine de 250°, a entraîné dans le ballon récepteur un mélange de paratolunitrile en excès et de bases fortement alcalines, que l'on a séparées et purifiées par des moyens analogues à ceux indiqués précédemment.

Bien que nous n'ayons pas fait encore l'analyse élémentaire de ces amines, nous avons tout lieu de croire qu'elles représentent les homologues des benzylamines, les *paraméthylbenzylamines*. C'est d'ailleurs ce que montrent déjà suffisamment les données que nous avons acquises et que nous relatons ci-après.

Les bases ainsi obtenues sont la primaire et la secondaire; quant à la base tertiaire, nous n'avons pas observé sa présence dans les produits recueillis.

Le chlorhydrate de la base secondaire, que nous avons préparé, est bien cristallisé; il fond à 272°; c'est le point de fusion indiqué pour ce sel.

Trois dosages du chlore de ce même chlorhydrate ont donné une moyenne de 13,61 pour 100, la quantité calculée pour le chlorhydrate de paradiméthylbenzylamine étant 13,58 pour 100.

Le dérivé nitrosé fond à 49°-50°; le point de fusion donné par certains auteurs est 52°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Diazoaminés secondaires.* Note de MM. **Léo Vignon** et **A. Simonet**, présentée par M. Moissan.

Nous avons préparé plusieurs composés diazoaminés nouveaux par copulation de divers dérivés diazoïques avec la diphénylamine (*Comptes rendus*, 20 mars 1905); d'autres bases secondaires se comportent comme la diphénylamine. Tous ces corps peuvent être dénommés *diazoaminés secondaires* à cause de leur origine.

Un petit nombre de composés semblables, il est vrai, avaient déjà été préparés, soit par copulation, soit par méthylation des dérivés métalliques de diazoaminés primaires.

Nos recherches montrent que les diazoaminés secondaires forment une classe considérable de composés : nous avons étudié le mode de formation d'un certain nombre d'entre eux et déterminé leurs propriétés.

Dérivés de la monométhylaniline. — Nous avons versé une solution aqueuse de chlorure de diazobenzène (5^g aniline, 10^{cm^3} HCl à 22° B., $4^g,3\ NO^2Na$, 100^{cm^3} eau), dans une solution alcoolique de monométhylaniline ($5^g,5$ monométhyl., $3^g,78\ CO^3K^2$, 200^g alcool). Après 30 secondes, la température étant maintenue à 15°, le mélange a été additionné d'un excès d'eau. L'huile jaune qui se précipite est extraite à l'éther : on obtient finalement 6^g du composé, $C^6H^5N^2-N\langle {CH^3 \atop C^6H^5}$ (le noyau benzénique figuré par un hexagone), sous forme d'une huile épaisse, dégageant beaucoup d'azote par les acides étendus à chaud, avec production de monométhylaniline et de phénol.

Analyse :

	Calculé.	Trouvé.
Azote diazoïque	13,27	13,54

Ce corps avait été obtenu déjà par la réaction

$$CH^3I + C^6H^5N^2-\underset{\displaystyle Na}{\underset{|}{N}}-C^6H^5 = NaI + C^6H^5N^2-N\langle {CH^3 \atop C^6H^5}.$$

Monoéthylaniline. — Par mélange de chlorure de diazobenzène dissous, sur une solution alcoolique de monoéthylaniline et précipitation aqueuse après 5 heures de contact, on obtient de même l'éthyldiazoaminobenzène : $C^6H^5N^2-N\langle{}^{C^6H^5}_{C^6H^5}$, huile jaune orange, se solidifiant partiellement par l'action du temps, très facilement décomposable par les acides en phénol et amine.

Monobenzylaniline. — Cette base, traitée par la méthode précédemment décrite, donne le composé : $C^6H^5N^2-N\langle{}^{CH^2.C^6H^5}_{C^6H^5}$, qui est obtenu sous forme de liquide huileux rouge, se solidifiant par le temps et fusible alors à 74°.

Ce corps a déjà été obtenu, non par copulation directe, mais par benzylation du diazoaminobenzène-sodium.

Dibenzylamine. — Le corps : $C^6H^5N^2-N\langle{}^{CH^2C^6H^5}_{CH^2.C^6H^5}$ s'obtient par mélange d'une solution aqueuse de $C^6H^5N^2Cl$ et d'une solution alcoolique de dibenzylamine.

Le phényldiazodibenzylamine cristallise dans la solution en fines aiguilles jaune pâle fondant à 83°.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé.
Azote diazoïque..........	9,1	9,3

Diéthylamine. — Le chlorure de diazobenzène en solution aqueuse se copule facilement avec la diéthylamine en solution alcoolique, en donnant une huile rouge brun, que l'on purifie par extraction à l'éther.

En partant de 5g d'aniline on obtient 4g,5 d'un liquide rouge très fluide ne s'épaississant ni par le froid, ni par l'action du temps.

$C^6H^5N^2-N\langle{}^{C^2H^5}_{C^2H^5}$

Analyse.

	Trouvé.	Calculé.
Azote diazoïque............	15,90	15,81

La phényldiazodiéthylamine, bien desséchée, est un corps assez stable qui peut être distillé et bout à 238°-240°.

Le dérivé correspondant à la diméthylamine a déjà été préparé par copulation.

Propriétés générales des diazoaminés secondaires. — En récapitulant les observations que nous avons faites dans la préparation des diazoaminés

secondaires, nous pouvons résumer ainsi les propriétés caractéristiques de ces composés :

Les diazoaminés secondaires prennent naissance par copulation des dérivés diazoïques des amines primaires avec les amines secondaires grasses ou aromatiques.

La réaction est très facile avec l'aniline, ses produits de substitution, les toluidines et les naphtylamines; elle donne des résultats moins nets avec les xylidines, nuls avec les acides aminés aromatiques.

Parmi les dérivés de substitution de l'aniline, l'acide sulfanilique ne donne pas de dérivé diazominé secondaire, mais le dérivé azoïque.

Les diazoaminés secondaires sont peu stables, à l'exception de ceux qui dérivent des amines secondaires grasses.

Les diazoaminés secondaires aromatiques se transforment par transposition moléculaire en azoïques, comme les diazoaminés primaires, et dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en présence d'un excès d'amine; celle-ci peut être primaire ou secondaire.

Soumis à l'action des acides étendus, ils dégagent leur azote diazoïque avec formation d'un phénol et de l'amine secondaire suivante :

$$RN^2.NR'R'' + H^2O = ROH + N^2 + NHR'R''.$$

Conformément aux indications de la théorie on n'observe pas, dans cette réaction, les migrations qui ont été constatées dans la décomposition des diazoaminés primaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrates d'acétol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

Ayant constaté précédemment (¹) que la dissolution de l'acétol dans l'eau s'accompagnait de transpositions moléculaires, j'ai pensé que celles-ci devaient se produire par l'intermédiaire d'hydrates de stabilités variables suivant les conditions expérimentales.

Pour prouver expérimentalement l'existence de ces hydrates dans les solutions aqueuses d'acétol, j'ai étudié les variations des diverses propriétés physiques de celles-ci et, entre autres, celles de la viscosité. A cet effet, je me suis adressé à la méthode indiquée par MM. Varenne et Go-

(¹) Kling, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 970, et t. CXXXVII, p. 756.

defroy (¹). J'ai employé leur chronostiliscope légèrement modifié en vue d'augmenter sa sensibilité.

J'ai opéré à une température constante de 17° en faisant, à propos de chaque mélange, une série de trois déterminations et n'acceptant les résultats qu'autant que la différence entre les durées d'écoulement correspondant à chacun d'eux était inférieure à 3 ou 4 secondes (erreur relative max. comprise entre 0,3 et 2,3 pour 100) (²).

Pour une proportion donnée d'acétol et d'eau, il a toujours été opéré sur plusieurs échantillons différents et l'on a pris la moyenne des résultats.

L'acétol employé avait été fraîchement préparé et soigneusement rectifié dans le vide.

Le Tableau ci-dessous résume les résultats de mes déterminations. La concentration C pour 100 des mélanges en acétol y est exprimée pondéralement. L'unité de temps adoptée T y est la seconde :

C pour 100.	T.	C pour 100.	T.	C pour 100.	T.	C pour 100.	T.
0	177	39,9	320	65,0	417	81,0	450
5,9	189	42,5	333	67,0	434	86,0	443
13,3	212	45,7	337	67,5	436	87,5	440
21,0	237	49,0	360	68,0	436	89,0	438
27,5	259	51,0	375	69,0	430	91,0	430
31,3	273	54,0	380	71,0	425	95,0	395
34,2	290	58,0	390	75,0	437	100,0	382
37,1	306	62,0	410	79,0	453		

Si, à l'aide de ces données, on trace une courbe on constate qu'elle présente une série de points singuliers.

Les deux plus nets sont compris entre les abscisses 79 et 81, l'autre aux environs de 67, ce sont des points maxima correspondant à la composition des hydrates

$$C^3H^6O^2, H^2O \qquad (C = 80,4)$$

et

$$C^3H^6O^2, 2H^2O \qquad (C = 67,0),$$

Deux autres points singuliers moins nets semblent correspondre aux hydrates

$$C^3H^6O^2, 4H^2O \qquad (C = 50,6)$$

et

$$2C^3H^6O^2, 11H^2O \qquad (C = 42,7).$$

(¹) VARENNE et GODEFROY, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 79.

(²) Il a en outre été vérifié, dans chaque cas, que les nombres de gouttes tombées durant la première et la dernière minute d'écoulement étaient égaux à une unité près.

Deux points singuliers successifs sont réunis par une courbe concave analogue à celles qui représentent les viscosités des mélanges de liquides réputés sans action l'un sur l'autre (¹). (Alcool et C^6H^6 ou CS^2; acétate d'éthyle et C^6H^6, etc.)

Si, au lieu d'employer pour les déterminations de l'acétol fraîchement rectifié, on part d'un acétol abandonné quelque temps à lui-même on constate que la viscosité de l'acétol s'est accrue. Avec les dissolutions aqueuses de cet acétol modifié on obtient des courbes analogues, mais non identiques à celles fournies par le même produit fraîchement distillé ; les deux courbes ne sont plus superposables, ce qui indique que l'acétol modifié ne reprend pas sa constitution au sein de l'eau. Cette modification de l'acétol avec le temps correspond probablement à une condensation car la rectification d'un acétol vieilli donne naissance à des résidus de points d'ébullition supérieurs à celui du produit primitif.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique : préparation des carbures forméniques.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

Les recherches de M. Joannis et de M. Hugot sur le potassammonium et le sodammonium, celles plus récentes de M. Moissan sur les métaux ammoniums alcalins et alcalino-terreux en général, ainsi que nos propres observations concernant l'emploi de ces combinaisons pour la préparation des arséniures alcalins et alcalino-terreux, ont surabondamment démontré que ces divers composés se prêtaient très bien à l'obtention de nombreux dérivés des métaux capables de fournir ces ammoniums substitués.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de rechercher comment ces divers métaux ammoniums se comporteraient vis-à-vis de composés organiques représentant les types des principales fonctions. Les résultats que nous avons obtenus jusqu'ici ont été fort encourageants et nous nous proposons de poursuivre cette étude. Le métal ammonium que nous avons de préférence employé est le sodammonium; cependant, dans quelques cas spéciaux, nous avons eu recours au calcium-ammonium.

Nous donnerons dans cette Note nos résultats concernant l'action du

(¹) Dustan, *Chemic. Soc.*, 1904.

sodammonium sur les composés halogénés monosubstitués des carbures forméniques.

Chlorure de méthyle. — L'appareil que nous utilisons dans ces expériences est d'une grande simplicité. Il se compose d'une chambre à réaction constituée par un tube à essai de 2^{cm} à 3^{cm} de diamètre, fermé par un bouchon de caoutchouc. Ce bouchon laisse passer : un tube muni d'un robinet et servant à l'arrivée du gaz ammoniac, puis un autre tube qui est en communication avec un siphon de chlorure de méthyle et enfin un troisième tube servant au départ des produits gazeux. Ce dernier débouche dans une cuve à eau, sous une faible couche de mercure. Le gaz ammoniac est desséché sur la potasse et sur le sodium, conformément aux indications données par M. Moissan.

Pour faire une opération, on commence par placer dans le tube à essai 4^g à 5^g de sodium et l'on remplit tout l'appareil de gaz ammoniac. On refroidit ensuite avec le mélange d'anhydride carbonique et d'acétone, en maintenant un fort courant de gaz ammoniac, de manière à produire sur le sodium 10^{cm^3} à 15^{cm^3} de gaz liquéfié qui donne aussitôt une belle solution bleue, à reflets cuivrés, de sodammonium.

On dirige alors dans cette solution un courant de chlorure de méthyle. La réaction est immédiate et l'on recueille un produit gazeux. La solution de sodammonium se décolore peu à peu, en même temps qu'une matière solide blanche prend naissance. Lorsque la décoloration est complète, on arrête le courant de chlorure de méthyle.

Si le courant de chlorure de méthyle est trop rapide, une petite quantité de ce corps est entraînée avec le gaz dégagé. On peut éviter cet inconvénient en intercalant entre le tube à réaction et la cuve à eau un laveur constitué par un tube à essai contenant une solution de sodammonium dans l'ammoniac liquide. Le gaz est purifié par liquéfaction au moyen de l'air liquide en utilisant le dispositif décrit par M. Moissan. L'analyse eudiométrique montre qu'il est constitué par du méthane pur.

Iodure d'éthyle. — Nous avons employé de l'iodure d'éthyle bien rectifié et séché par son contact avec le sodium à la température ordinaire.

On fait tomber l'iodure goutte à goutte dans la solution de sodammonium au moyen d'un tube à brome. La réaction se produit instantanément et, comme dans le cas précédent, avec dégagement gazeux.

Le gaz desséché et purifié a été soumis à l'analyse eudiométrique et nous avons reconnu qu'il était constitué par de l'éthane pur.

Iodure de propyle. — L'iodure de propyle se comporte exactement comme l'iodure d'éthyle, et dès que cet iodure est en présence de la solution de sodammonium, la réaction a lieu avec dégagement de gaz; toutefois elle se produit un peu moins rapidement et une partie de l'iodure de propyle traverse la solution sans réagir et forme, à la partie inférieure, une

couche incolore que l'on fait disparaître par agitation. Le gaz recueilli et purifié comme précédemment est du propane pur.

Nous donnerons, à titre d'exemple, les nombres correspondant à la combustion eudiométrique de ce corps, que nous avons faites avec l'eudiomètre de M. Riban, et en suivant les indications données par M. Berthelot pour ces manipulations de gaz.

	cm^3
Gaz	1,08
Oxygène	8,65
Volume total	9,73
Après explosion	6,50
Après absorption pour KOH	3,25

	Observé.	Calculé pour C^3H^8.
Contracture	3,23	3,24
Volume CO^2	3,25	3,24
Oxygène employé	5,40	5,40

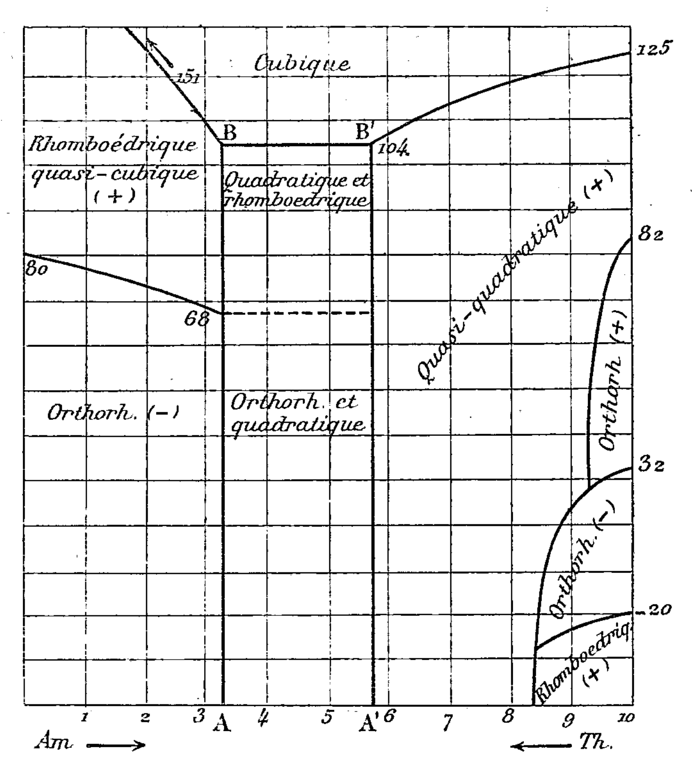
Il est évident que, pour obtenir un gaz aussi pur que possible, il faut éviter avec soin l'introduction de toute trace d'humidité, ce qui entraînerait la formation d'hydrogène libre.

Nous avions tout d'abord pensé que le sodammonium pouvait réagir par son sodium comme ce métal dans la réaction de Würtz ou comme le zinc dans la réaction de Frankland en donnant, au moyen d'un iodure alcoolique, le carbure saturé possédant un nombre double d'atomes de carbone. Le sodium, pouvant être envisagé comme étant sous une forme active, était engagé, en effet, dans une combinaison facilement dissociable dès la température ordinaire en gaz ammoniac et métal libre. Les faits nous ont conduit à chercher ici une autre interprétation et à faire intervenir le rôle de la molécule de sodammonium $Az^2H^6Na^2$ agissant à la fois par son hydrogène et par son sodium. Nous reviendrons prochainement sur le mécanisme de ces réactions.

L'action hydrogénante des métaux ammoniums ne s'arrête pas aux composés monosubstitués, elle se produit encore pour les dérivés polysubstitués des divers carbures gras ou aromatiques. Les essais préliminaires que nous avons faits dans cette voie nous permettent d'affirmer que les métaux ammoniums doivent être considérés comme des réactifs précieux en Chimie organique. Ils donnent lieu à des réactions qui s'effectuent à des températures inférieures à celle de l'ébullition de l'ammoniac liquide et dans lesquelles les polymérisations et autres phénomènes secondaires se trouvent singulièrement atténués.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'isodimorphisme*. Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

Les azotates de thallium et d'ammonium sont tous deux polymorphes, le premier pouvant être cubique, rhomboédrique ou orthorhombique, tandis que le second est tour à tour cubique, quadratique ou orthorhombique. Néanmoins ils peuvent se mélanger pour cristalliser. Ce mélange se produisant très difficilement par dissolution, j'ai dû opérer par fusion. La figure ci-dessous donne un résumé des résultats obtenus. Sur l'axe des x,



on a porté le tant pour 100 en poids d'azotate d'ammonium en allant de gauche à droite, et l'on a pris comme ordonnées les températures des transformations polymorphiques : on a ainsi divisé le plan en domaines de stabilité pour les différentes formes.

Si le tant pour 100 de $AmAzO^3$ est inférieur à 3,2, les mélanges cristallisés, en se refroidissant, sont successivement cubiques, rhomboédriques quasi-cubiques et ortho-

rhombiques, comme le $TlAzO^3$, et présentent le même facies que les cristaux de ce dernier. Mais si les proportions de $AmAzO^3$ restent comprises entre 3,2 et 5,8, il doit se former côte à côte deux espèces de cristaux cubiques, renfermant les uns 3,2 et les autres 5,8 de $AmAzO^3$, car à la température constante de 104° on voit ces cristaux cubiques devenir, les uns rhomboédriques, les autres quadratiques, les premiers devenant orthorhombiques à la température constante de 68°; seule la proportion des cristaux quadratiques augmente lorsque le tant pour 100 de $AmAzO^3$ se rapproche de 5,8. Au delà de cette limite les cristaux quadratiques existent seuls; si le domaine qui les concerne a été marqué quasi-quadratique, cela tient à ce que, quand la proportion de $AmAzO^3$ augmente, ils deviennent progressivement orthorhombiques, l'angle des axes optiques pouvant atteindre 12° dans l'huile. Les cristaux quadratiques se maclent avec la plus grande facilité suivant les plans b^1 sous l'influence de la pression; les mêmes macles se retrouvent dans les cristaux quasi-quadratiques, mais en outre ceux-ci se maclent suivant les plans h^1, et les cristaux, dont les axes optiques sont dans les plans *m*, sont orientés sensiblement à 90°. Si l'on chauffe ces cristaux quasi-quadratiques, on les voit devenir uniaxes à une température voisine de 35° : les macles suivant h^1 disparaissent et la ligne neutre devient une croix noire, ces modifications se produisant de la façon la plus continue, la plus graduelle : il y a continuité absolue entre l'uniaxie et la biaxie. Quand la proportion de $AmAzO^3$ dépasse 8,4 les cristaux quasi-quadratiques se transforment en cristaux orthorhombiques à facies du $AmAzO^3$, puis, pour les proportions suivantes, par refroidissement les mélanges prennent successivement les cinq formes de $AmAzO^3$.

On voit d'après la même figure qu'à la température ordinaire on obtient en mélangeant les deux sels trois séries de cristaux : la première comprend des cristaux à facies du $TlAzO^3$, négatifs, la seconde des cristaux quadratiques ou quasi-quadratiques positifs, et la troisième des cristaux à facies du $AmAzO^3$ négatifs, dont l'angle des axes optiques croît en même temps que la proportion de $TlAzO^3$ diminue. Mais tandis que les deux premières séries sont séparées par une lacune, correspondant à un mélange de cristaux à composition fixe, les deux suivantes passent brusquement de l'une à l'autre.

C'est, je crois, le premier exemple de deux corps donnant en se mélangeant trois séries de cristaux; il nous montre que la notion d'isodimorphisme doit être largement généralisée et en outre que deux formes instables, comme les formes quasi-quadratiques, peuvent devenir stables par leur mélange.

BOTANIQUE. — *Une nouvelle Euphorbe à caoutchouc.*
Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Une seule Euphorbe à caoutchouc est connue jusqu'alors : c'est une espèce de Madagascar, l'*Euphorbia Intisy*, qui pousse exclusivement dans cette brousse rocailleuse et aride du sud de l'île qu'on nomme, d'ailleurs, souvent la « brousse à Intisy ».

La nouvelle Euphorbe à caoutchouc que nous signalons aujourd'hui est encore de Madagascar, mais elle croît dans le nord-ouest, dans l'Ambongo.

Fait curieux, la découverte de cet arbre, qui ne remonte qu'à mai 1903, aurait eu lieu, d'après M. Perrier de la Bathie, à qui nous devons nos échantillons botaniques, à peu près dans les mêmes circonstances que, plus anciennement, celle de l'*Intisy* (¹).

« Quatre enfants sakalaves, nous écrit notre correspondant, jouaient dans les bois qui avoisinaient un champ de maïs où travaillaient leurs parents. Ils avisèrent des arbres qui donnaient un liquide blanchâtre et, par amusement, firent bouillir ce lait. L'ébullition provoqua la formation d'un coagulat élastique, qui était du bon caoutchouc. »

Ce caoutchouc est aujourd'hui vendu sur le marché de Soalala.

L'arbre producteur, que les Sakalaves ont nommé *pirahazo*, atteint 12^{m} de hauteur et davantage, d'après les renseignements qui nous ont été fournis par M. de la Bathie et M. le lieutenant Paulet, commandant le cercle d'Andranomovo. Le tronc, nu jusqu'à au moins 5^{m} au-dessus du sol, porte ensuite de nombreux rameaux étalés. Il est à écorce grisâtre, avec, çà et là, des excroissances ligneuses plus ou moins fortes.

Les feuilles sont caduques, alternes, spatulées, larges au sommet et s'atténuant progressivement vers le pétiole. La plupart de celles que nous avons vues avaient un limbe de 10^{cm} environ de longueur, sur $4^{cm},5$ de largeur. Quelques-unes cependant avaient 15^{cm} sur 6^{cm}. Le sommet, qui porte un court acumen bien net, est ordinairement un peu ovale chez les individus qui poussent en bois rocailleux; mais il est arrondi sur les pieds vivant en sols humides.

Le pétiole a 1^{cm} à $1^{cm},5$ et est muni, à sa base, de deux toutes petites

---

(¹) H. Jumelle, *Les plantes à caoutchouc et à gutta*, 1903, p. 181.

glandes stipulaires. La nervure principale est saillante sur la face inférieure et il en sort, sous un angle très ouvert, vingt-cinq paires environ de nervures secondaires.

Les cyathiums sont isolés ou par deux ou trois aux sommets des rameaux. Chacun est porté par un petit pédicelle de 6^{mm} à 8^{mm} et est unisexué. On peut trouver des cyathiums mâles et des cyathiums femelles sur le même rameau.

Dans les cyathiums mâles, les sommets libres des cinq bractées sont à peu près aussi larges que longs (3^{mm} environ de côté) et laciniés sur le bord supérieur; ils sont jaune verdâtre. Les cinq glandes, qui sont de même couleur, sont plus larges (9^{mm}) que longues (5^{mm}), arrondies et très légèrement dentelées; leur forme est, à peu près, celle des glandes de notre *Euphorbia helioscopia*.

Dans les cyathiums femelles, qui sont plus petits que les précédents, le bord de ces mêmes glandes est un peu plus épais et forme (du moins à l'état sec) une sorte de bourrelet en fer à cheval très proéminent. L'ovaire est à trois loges et caché par les bractées; seuls sont saillants les trois styles qui le surmontent.

Nous ne connaissons pas les fruits.

Mais les divers caractères que nous venons de relever sont assez particuliers pour que nous pensions pouvoir affirmer que l'espèce n'a pas encore été décrite; nous la nommons *Euphorbia elastica*.

Ce serait, du reste, jusqu'alors, un arbre assez rare.

Dans les endroits où on le rencontre, il pousse en colonies. Son habitat préféré semble les bois très secs des terrains calcaires, bien qu'il s'accommode encore, à la rigueur, des sols humides.

Notre correspondant nous le signale principalement au sud d'Andranomavo, vers le plateau calcaire du Tampoketsa, qui appartient au Lias.

La richesse en caoutchouc serait grande. Sur un pied de 12^{m} de hauteur, M. Perrier de la Bathie a obtenu, sans abatage et par saignées transversales, 342^{g} de caoutchouc sec; et les Sakalaves prétendent qu'il est des arbres de 30^{m} pouvant fournir 3^{kg} de produit. M. le lieutenant Paulet dit, en tout cas, en avoir vu recueillir 2^{kg} sur un tronc abattu et incisé annulairement.

Les branches supérieures et les feuilles ne donnent qu'une substance résineuse.

Le caoutchouc que nous avons examiné est de bonne qualité, du moins lorsqu'il s'agit d'échantillons préparés par certains procédés que nous

décrirons ailleurs. Il résiste bien à la température de 40° à 45° et n'a pas tendance à tourner au gras. Brut, il contient 89 pour 100 environ de caoutchouc vrai, 9,5 de résines et 1,03 de substances minérales.

Contrairement à ce qui a lieu pour la plupart des laits de *Landolphia* et de *Mascarenhasia* de Madagascar, la coagulation du lait de *pirahazo* se produit très facilement par simple ébullition. L'alcool, l'acide sulfurique agissent moins rapidement; et, seule, la décoction de rhizomes de *vahea monjery* a donné de très bons résultats, parmi les liquides coagulants essayés.

1^l de latex contient, au moins, 320^g de caoutchouc.

C'est là une teneur supérieure à celle de tous les laits de *Landolphia* de l'île.

Et l'*Euphorbia elastica* étant, d'autre part, à lait plus abondant que les *Mascarenhasia,* l'arbre que nous venons de décrire serait donc peut-être, actuellement, parmi toutes les plantes à caoutchouc connues aujourd'hui à Madagascar, l'espèce qui fournit, à la fois, la plus grande quantité de lait et le lait le plus riche.

L'abatage est inutile.

Il serait à désirer qu'on recherchât si, comme ce n'est pas invraisemblable, il y a, en des points de l'Ambongo autres que le cercle d'Andranomavo, et, par exemple, sur les grands plateaux déserts de l'ouest, des peuplements encore inconnus de cette intéressante Euphorbe.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'éther et du chloroforme sur des graines sèches.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quelques physiologistes se sont déjà occupé de l'action de l'éther et du chloroforme sur la vie des graines desséchées ([1]). Comme les uns ont avancé que l'influence de ces deux substances anesthésiques était sans effet sur le protoplasme de la graine sèche pendant que d'autres affirmaient le contraire, nous avons cherché à étudier de plus près cette question.

([1]) Coupin, *Action des vapeurs anesthésiques sur la vitalité des graines sèches et humides* (*Comptes rendus,* t. CXXIX, p. 561). — Kurzvelly, *Résistances des organismes végétaux desséchés aux substances toxiques* (*Jahrb. f. Wiss. Bot.,* t. XXXVIII, p. 341). — Schmidt, *Action des vapeurs de chloroforme sur des semences à l'état de vie ralentie* (*Ber. deutsch. Botan. Ges.*, t. XIX, 1901, p. 71-76).

Nous n'avons pas seulement varié les expériences de nos prédécesseurs, nous en avons institué de nouvelles, d'abord pour connaître le rôle du chloroforme et de l'éther à l'état liquide qui n'avait pas encore été élucidé, ensuite pour rechercher quelles étaient les modifications morphologiques et chimiques produites sur le contenu des cellules de l'embryon.

Les graines sur lesquelles nos investigations ont porté ont été celles de pois, de lupin, de trèfle, de luzerne, de blé.

Ces graines furent réparties en quatre lots, contenant le même nombre pour chaque espèce.

Le premier lot était constitué avec des graines à téguments intacts, desséchées par le vide et la baryte caustique jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de perte de poids. Le deuxième comprenait des graines desséchées de la même manière, mais ayant leur tégument enlevé dans la région de la radicule. Le troisième était composé avec des graines à téguments intacts, dont la dessiccation était naturelle, c'est-à-dire telle qu'elle se trouve dans les graines que nous livrent les grainetiers. Enfin, dans le quatrième lot nous avions aussi des graines à l'état de dessiccation naturelle mais dont les téguments avaient été perforés.

Chaque lot de graines fut ensuite partagé en quatre parts égales et chaque part fut placée le 24 mars 1904 dans un flacon contenant du chloroforme ou de l'éther à l'état liquide ou à l'état gazeux. Ces 16 flacons bouchés à l'émeri furent mis dans un placard à l'abri de la lumière dont l'action aurait pu décomposer le chloroforme ou nuire à la faculté germinative des graines.

Le 22 mars 1905 une partie des graines fut retirée et étendue sur du papier-filtre pour que les liquides et les vapeurs dont elles étaient imprégnées puissent s'évaporer. Ensuite, au bout de quelques jours ces graines furent portées sur de la sciure de bois humide dans autant de verres qu'il y avait de flacons et bientôt après nous constations les résultats suivants :

1° Les graines de pois, de luzerne, de trèfle, de lupin, aux téguments intacts, du premier et du troisième lot, qui avaient séjourné pendant 363 jours dans les liquides et les vapeurs du chloroforme et d'éther, avaient toutes germé.

2° Toutes les graines aux téguments perforés, du deuxième et du quatrième lot, qui avaient subi dans les mêmes conditions les mêmes actions de ces anesthésiques, avaient perdu leur pouvoir germinatif.

Il n'y eut qu'une exception, pour le grain de blé de Bordeaux, dont le tégument a été perméable.

Ainsi les téguments secs des graines, qui comme le pois, la luzerne, le trèfle et le lupin sont composés de plusieurs assises à parois fortement cutinisés et d'un reste d'albumen desséché mucilagineux, paraissent être aussi

imperméables aux liquides et aux vapeurs de chloroforme et d'éther que pour l'alcool absolu dont nous nous étions déjà occupé ici [1].

Par contre la membrane des cellules de la plantule et leur cytoplasme, à leur état ordinaire, ou maximum de dessiccation, sont perméables à ces liquides et à ces vapeurs qui, une fois qu'ils ont pénétré, déterminent la perte du pouvoir germinatif.

Nous avons essayé de nous rendre compte de ce qui s'était passé dans les embryons des graines dont les téguments avaient été perforés.

Pour cela nous avons pratiqué des coupes comparables dans des radicules mortes ou vivantes de pois et de lupin.

Ces coupes ont été traitées pendant quelques minutes dans une solution aqueuse de rouge neutre, très étendue, puis observées dans une goutte d'eau au microscope.

Les cellules de l'épiderme de l'écorce et même du cylindre central des radicules, tuées par le liquide ou la vapeur de chloroforme, paraissaient être fortement plasmolysées. Le sac protoplasmique, encore très contracté, était entièrement détaché de la membrane cellulaire. Le noyau, d'un rouge beaucoup plus intense, montrait par les irrégularités de sa forme qu'il avait subi une certaine contraction. Les grains d'aleurone et d'amidon semblaient intacts.

Pour savoir s'il n'y avait pas eu d'altération dans les albuminoïdes, nous avons fait agir, toujours comparativement, sur quelques-unes des coupes, le réactif de Milon. La réaction n'a pas été la même sur la cellule tuée et sur la cellule vivante. La cellule chloroformée donnait une coloration d'un rouge brique très pâle, très effacé, nous indiquant qu'il y avait dû avoir là des modifications chimiques spéciales. Quelques gouttes de chloroforme, où avaient séjourné les graines décortiquées, ayant été évaporées, laissèrent comme résidu de nombreuses gouttelettes de matières grasses.

Les mêmes recherches ont été faites sur les cellules des radicules du pois et du lupin tuées par l'éther. Le protoplasma et le noyau étaient beaucoup moins contractés; le réactif de Milon n'a pas présenté, pour les albuminoïdes, les différences que nous avions obtenues plus haut. Enfin l'évaporation du liquide a aussi décelé la présence de matières grasses.

En résumé, le chloroforme et l'éther ayant dissous les matières grasses de la cellule, n'en ont pas moins eu une action tout à fait différente. L'un

---

(1) P. Becquerel, *Résistance de certaines graines à l'action de l'alcool absolu* (*Comptes rendus*, 9 mai 1904).

a produit une plasmolyse, une contraction du protoplasma et du noyau beaucoup plus énergique que l'autre, et a commencé à désorganiser les substances albuminoïdes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation et le rôle des matières grasses chez les Champignons.* Note de M. **A. Perrier**, présentée par M. Roux.

Au cours de recherches sur la production de quelques principes immédiats chez les végétaux, j'ai été amené à étudier la formation et le rôle des matières grasses que l'on rencontre normalement chez les Champignons. L'étude de ces substances a donné lieu, chez les animaux, à un grand nombre de recherches expérimentales. Chez les végétaux, on ne possède à leur sujet que quelques observations relatives à la production des huiles dans les fruits et les graines oléagineuses ([1]). Leur origine a été attribuée soit à la fonction chlorophyllienne elle-même, soit à la transformation des hydrates de carbone élaborés dans les parties vertes de la plante; mais il est difficile, chez les végétaux supérieurs, de faire la part qui revient à chacune de ces deux hypothèses, en raison de la connexion des différentes fonctions et de leur répercussion les unes sur les autres. Avec les Champignons chez lesquels on est plus maître des conditions d'expérience et de nutrition, la question se simplifie.

La présence de matières grasses chez les Champignons avait déjà été signalée par quelques auteurs. On les avait observées dans les spores de Tuber et d'un certain nombre d'autres Ascomycètes ([2]), dans le mycélium de l'*Eurotiopsis Gayoni* ([3]), dans la cellule de levure, surtout de la levure âgée ([4]), ce qui les avait fait considérer, chez ces derniers organismes, comme des produits de dégénérescence ([5]).

Mes observations n'ont porté que sur un petit nombre d'espèces : *Peni-*

([1]) A. Müntz, *Recherches chimiques sur la maturation des graines* (*Annales des Sciences naturelles*, t. III, 1886, p. 68).

([2]) De Bary, *Morphol. u. Physiol. der Pilze*, 1886, p. 132. — L. Errera, *Thèse*, Bruxelles, 1882, p. 62.

([3]) Laborde, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1887, p. 1. — Mazé, *Ibid.*, t. XVI, p. 26.

([4]) Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. III, p. 153 et 459. — *Nutrition intracellulaire* [*Annales de l'Institut Pasteur*, t. III, 1889 (2e Mém.)].

([5]) Laborde, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1897, p. 36.

cillum glaucum, Citromyces, *Aspergillus*, levure, *Eurotiopsis Gayoni, Mucor mucedo, Corynespora Mazéi*; mais je crois qu'elles pourront facilement être généralisées.

Les matières grasses décelables par l'analyse microchimique ont été extraites, à l'éther sec, du mycélium pulvérisé avec du sable de Fontainebleau calciné. Ce sont ces substances solubles à l'éther qui seront désignées sous le vocable *matières grasses*.

J'ai employé, comme milieu de culture, le liquide Raulin avec une dose moitié moindre d'acide tartrique et, comme aliment hydrocarboné, l'une des substances suivantes : sucre, acide lactique, alcool éthylique, mannite, glycérine, etc. Les Tableaux I et II résument quelques-uns des résultats obtenus avec l'*Eurotiopsis Gayoni*.

TABLEAU I. — *Cultures d'*Eurotiopsis Gayoni *sur sucre interverti. Sucre initial :* 10^g,531.

Age de la culture en jours.	Poids sec du mycélium en grammes.	Sucre consommé en grammes.	Matières grasses pour 100.
2.......	0,4276	1,096	13,71
3.......	0,7575	2,367	17,34
5.......	1,4609	4,859	23,04
8.......	1,5957	6,147	31,24
11.......	1,5250	7,027	34,05
23.......	1,1605	10,513	10,41

TABLEAU II. — *Cultures d'*Eurotiopsis Gayoni *sur alcool éthylique. Alcool initial :* 2^g,844.

Age de la culture en jours.	Poids sec du mycélium en grammes.	Alcool consommé en grammes.	Matières grasses pour 100.
4.......	1,2484	1,836	21,62
5.......	1,1517	2,840	13,78
7.......	1,003	»	7,71
10.......	0,8734	»	4,23
12.......	0,8187	»	3,09
18.......	0,7912	»	2,17 (1)

(1) La matière grasse n'a pas tout à fait disparu si l'on prend à la lettre les résultats du Tableau II. Mais il ne faut pas oublier que l'éther sec dissout également d'autres substances : cholestérine, lécithine, résines, matières colorantes, et c'est à ces deux derniers produits qu'il faut rapporter la petite quantité d'extractif trouvé à la sixième ligne.

Nous voyons que les matières grasses apparaissent dès le début de la culture; elles vont en augmentant, peuvent atteindre et dépasser 30 pour 100 du poids sec. Elles se maintiennent à peu près constantes en présence d'un excès d'aliment; elles disparaissent, au contraire, dès que celui-ci vient à manquer dans le milieu.

Nous sommes donc amenés à les considérer comme des substances de réserve.

Leur formation n'est pas en relation directe avec la nature de l'aliment ternaire offert à la plante : l'alcool, en particulier, produit des aliments de réserve au même titre que les hydrates de carbone.

Les matières grasses doivent, par suite, être considérées comme des produits de synthèse complexe, se produisant par l'intermédiaire de la matière albuminoïde elle-même.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'anatomie des organes mâles des Édentés Tardigrades, et sur leurs moyens de fixation*. Note de M. **Rémy Perrier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Édentés américains conservent toute leur vie les testicules inclus dans la cavité abdominale. Cette disposition, exceptionnelle chez les Mammifères, et qu'on ne retrouve que chez les Cétacés et les Monotrèmes, est-elle, comme chez ces derniers, une disposition ancestrale? N'est-ce qu'un phénomène de régression, comme on peut en constater dans d'autres points de l'organisation de ces Mammifères? Pour élucider cette question, qui peut éclairer l'origine même, encore obscure, des Édentés, j'ai étudié les connexions des organes génitaux avec les parois abdominales voisines; ce sont en effet les ligaments et les muscles assurant la fixation des testicules qu'on s'accorde à considérer comme les organes directeurs de la migration de ces organes. Mes études ont porté spécialement sur les Bradypodidés, parce qu'ils paraissent être les formes actuelles les plus primitives du groupe. J'ai pu trouver dans la collection d'Anatomie comparée du Muséum un très jeune Unau (*Choloepus didactylus*) et un Aï adulte (*Bradypus cuculliger*) mâles, qui m'ont été de bons matériaux d'étude.

Les organes mâles des Paresseux ont été décrits par Meckel, par Rapp, et plus récemment par Klinckowström (1894), qui a fait une étude comparative des organes génitaux des Édentés. Mais ces descriptions, déjà incomplètes pour ce qui a trait aux organes eux-mêmes, ne donnent que peu de renseignements sur leurs moyens de fixation.

Les organes génitaux internes, interposés entre le rectum et la vessie, comprennent trois parties : 1° les deux *testicules,* ovoïdes chez l'Aï adulte, en forme d'onglets sphériques chez l'Unau, contigus de part et d'autre du plan médian, mais non reliés l'un à l'autre, comme le dit Rapp, par un repli du péritoine; 2° immédiatement derrière eux, un sac impair, à parois épaisses et musculeuses, dont ils semblent deux prolongements, et que j'appellerai le *sac péridéférentiel.*

Au bord externe des testicules court l'*épididyme,* très nettement formé, mais qu'on ne peut mettre en évidence que par dissection. En arrière, l'épididyme se continue par le canal déférent. Les deux canaux, cachés à l'intérieur du sac, y décrivent de nombreuses circonvolutions, unies par un tissu conjonctif compact. Une coupe transversale menée à travers le sac péridéférentiel le montre divisé par des cloisons sagittales en quatre loges : les deux médianes sont occupées par les replis des deux canaux déférents, à lumière très étroite, à épaisse paroi musculeuse; les deux loges latérales sont remplies par les *vésicules séminales,* jusqu'ici méconnues, quoique très bien développées et s'étendant sur toute la longueur du sac péridéférentiel, mais cachées à son intérieur.

Des replis péritonéaux fixent les organes génitaux internes à la paroi dorsale de l'abdomen, sans déplacement possible. Sur chaque côté de la paroi dorsale court un pareil repli, qui se fixe en arrière sur le bord aminci du sac péridéférentiel, puis à la face distale du testicule, et devient libre en avant de celui-ci, sous forme d'une lame saillante, partant du pôle antérieur du testicule, pour aller se perdre en avant dans le péritoine. De nombreuses et fortes fibres conjonctives, développées à son intérieur, lui donnent la valeur d'un ligament. Chez le jeune Unau, où les capsules surrénales, énormes (une fois et demie le volume du rein, davantage chez le fœtus), font fortement saillie dans la cavité abdominale, le repli partant du testicule va longer le bord externe de la capsule, lui formant un ourlet saillant, avant d'aller se perdre dans le péritoine. Cette disposition est le reste d'une connexion ancestrale, car on a signalé à diverses reprises la communauté d'origine des capsules, soit avec des glandes génitales, soit avec leurs conduits (corps de Wolff). Chez l'Aï adulte, les capsules, comme les reins, sont profondément enfoncées dans le tissu sous-péritonéal extrêmement développé, et le repli péritonéal va sans déviation jusqu'au voisinage du diaphragme.

Chez l'Unau, le repli péritonéal passe à la fois sur le testicule et l'épididyme, leur formant une enveloppe commune, qui ne laisse aucune solution

de continuité entre l'un et l'autre. La disposition est bien plus compliquée chez l'Aï, où se constitue autour du testicule une sorte de capuchon ne laissant libre qu'une petite portion de l'organe et dont la lame ventrale renferme l'épididyme, aminci et étalé à son intérieur.

En résumé, dans leur direction générale, les deux replis courent obliquement d'avant en arrière, se rapprochant en arrière pour limiter un cul-de-sac où est logé le rectum. Le point capital est le suivant : *Aucune connexion n'existe entre les organes génitaux et la région inguinale; il n'y a, chez les Paresseux, ni repli, ni ligament inguinal.* La disposition est celle qu'on retrouve dans les embryons de tous les Mammifères. Klaatsch a montré, en effet, que du corps de Wolff (et de l'ébauche génitale, qui lui est contiguë), part un repli péritonéal, qui s'étend aussi bien en avant (*repli diaphragmatique*) qu'en arrière. C'est ce repli continu que nous retrouvons ici. Il existe aussi chez les Monotrèmes, mais les deux lamelles qui le forment s'écartent largement l'une de l'autre en arrière du testicule; la lamelle médiane atteint la colonne vertébrale près du rectum; l'autre gagne la paroi ventrale de l'abdomen et vient se terminer, au voisinage de l'épipubis, dans la région inguinale. C'est en connexion avec cette dernière, que se développera, chez les Mammifères supérieurs, le ligament inguinal, qui est, d'après l'opinion générale, l'organe directeur de la descente du testicule. Chez les Paresseux, les deux lamelles suivent la première direction, et la disposition réalisée est ainsi plus simple que chez les Monotrèmes eux-mêmes. Elle explique l'absence de toute formation ligamentaire inguinale et par suite la permanence des testicules dans la cavité abdominale.

Comme on ne trouve aucune trace d'une connexion antérieure des organes génitaux avec la région inguinale, cette permanence doit être, semble-t-il, considérée comme étant vraiment une disposition primitive. A mon sens, les Édentés se sont séparés de la souche commune des Mammifères avant que ne se soit établi le processus de la descente des testicules. Aussi n'y a-t-il pas lieu de chercher des relations qui ne sauraient exister entre les Édentés et l'un quelconque des autres ordres de Mammifères. L'origine des Édentés doit être reportée très loin en arrière, conclusion conforme d'ailleurs avec les données de la Paléontologie. Ils apparaissent en effet dès les premières couches tertiaires sud-américaines (formation Pehuenche), et on les y trouve associés exclusivement à des formes très primitives, qu'Ameghino a rattachées aux Plagiaulacidés et aux Toxodontes.

L'existence de testicules inguinaux chez les Édentés africains (Pangolin,

Oryctérope) ne saurait infirmer les conclusions précédentes, car tout porte à croire que ces dernières formes n'ont rien de commun avec les vrais Édentés américains et que leur ressemblance n'est que le fait d'une convergence secondaire. J'ai indiqué ailleurs (FÉLIX BERNARD, *Éléments de Paléontologie*, p. 924) les raisons sur lesquelles s'appuie cette manière de voir.

PHYSIOLOGIE. — *Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux*. Note de MM. **L. Lapicque** et **P. Girard**, présentée par M. Dastre.

Nous avons pesé l'encéphale de 112 oiseaux appartenant à 58 espèces différentes. Il y avait dans la Science très peu de documents sur ce sujet; et encore les quelques chiffres publiés, fort anciens déjà, ne nous ont pas paru utilisables. Nous sommes redevables d'une partie de nos matériaux au Muséum d'Histoire naturelle, et d'une autre, très importante, à l'obligeance du Prince de Monaco.

La relation entre le poids du corps et le poids de l'encéphale a été, pour les Mammifères, exprimée d'une façon exacte par Eugène Dubois. Si l'on compare deux espèces *semblables*, mais très différentes par le poids, comme un chat et un tigre, appelant E le poids de l'encéphale, et S le poids du corps chez le premier, E' et S' ces grandeurs chez le second, on peut poser arbitrairement $E:E' = cS^r:S'^r$, c étant une constante, et calculer l'*exposant de relation r*. Dubois ayant fait ce calcul pour 7 paires d'espèces a trouvé pour r des valeurs peu différentes entre elles, dont la moyenne est 0,56. Admettant comme règle générale que le poids du corps intervient à cette puissance comme facteur du poids de l'encéphale, on obtient dans chaque cas particulier la valeur de l'autre facteur (*coefficient de céphalisation*) en résolvant par rapport à c l'équation $E = cS^{0,56}$, où E et S sont donnés par l'expérience. Les Mammifères classés d'après la valeur de ce coefficient c se disposent dans un ordre satisfaisant par rapport à ce que nous pouvons penser de leurs fonctions cérébrales.

Notre série nous apparut comme très complexe; c'est-à-dire qu'entre Oiseaux de familles différentes la loi devait présenter des différences, au moins quantitatives, considérables. Puis nous reconnûmes que les Oiseaux domestiques présentaient des rapports particuliers et qu'il fallait les mettre

à part. Finalement nous avons considéré comme particulièrement importantes les valeurs de *r* trouvées dans les comparaisons suivantes :

Geai à corneille	0,50
Geai à corbeau	0,56
Sarcelle à canard sauvage	0,50
Mouette à goëland	0,55
Émouchet à buse	0,60

Ces nombres donnent une moyenne très analogue à celle trouvée par Dubois comme valable pour l'ensemble des Mammifères. Faisant l'hypothèse que le même exposant de relation 0,56 est valable approximativement pour l'ensemble des Oiseaux, nous avons calculé avec cet exposant, au moyen des poids de corps et d'encéphale observés par nous, la valeur du coefficient dans chaque cas. Voici des exemples des nombres obtenus; nous nous limitons ici à des séries naturelles bien nettes et présentant une échelle de grandeurs suffisante :

	Poids		
	du corps.	de l'encéphale.	c.
Perruche (*Palæornis docilis*)	90	3,578	0,29
Perroquet (*Chrysotis amazonicus*)	340	7,828	0,30
Pie (*Pica rustica*)	85	2,935	0,24
Geai (*Garrulus glandarius*)	150	3,985	0,25
Chouca (*Corvus monedula*)	230	5,555	0,26
Corneille (*Corvus cornix*)	500	8,455	0,26
Corbeau (*Corvus corone*)	560	8,425	0,24
Émouchet (*Accipiter nisus*)	245	3,170	0,14
Buse (*Buteo vulgaris*)	960	7,328	0,15
Mouette (*Sterna hirundo*)	275	3,100	0,13
Goëland (*Larus argentatus*)	1000	6,328	0,13
Sarcelle (*Anas querquedula*)	305	3,200	0,13
» (*Dendrocygna sp.*)	405	4,188	0,14
» (*Fuligula nyroca*)	655	4,915	0,13
Canard sauvage (*Anas boschas*)	915	5,745	0,12
Pigeon (*Columba domestica*)	270	1,973	0,08
Faisan (*Phasianus colchicus*)	1250	3,835	0,06
Paon (*Pavo cristatus*)	2220	5,713	0,07

De nos chiffres nous concluons :

1° La formule donnée par Dubois pour exprimer le poids de l'encéphale

en fonction du poids du corps $E = cS^r$ traduit convenablement les faits quand on l'applique aux Oiseaux;

2° La valeur de l'exposant de relation est la même chez les Oiseaux que chez les Mammifères, environ 0,56;

4° Le coefficient de céphalisation fait apparaître entre diverses familles des différences considérables, assez conformes à la notion vulgaire d'intelligence des Oiseaux.

On peut, à titre simplement de curiosité, comparer les valeurs des coefficients de céphalisation obtenus par nous pour les Oiseaux avec les valeurs calculées pour les Mammifères par Dubois; on trouve que le coefficient des Gallinacés est du même ordre que celui du rat et du hérisson, celui des canards est un peu au-dessous de celui du lapin, et les perroquets se placeraient entre le lori et le macaque.

PHYSIOLOGIE DE LA VISION. — *Sur l'alternance des éclipses et des éclats des objets faiblement éclairés.* Note de M. **Th. Lullin**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une récente Communication à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève j'ai montré que, lorsqu'on fixe attentivement un petit écran phosphorescent, il disparaît pour reparaître lorsqu'on fait dévier légèrement la direction du regard. M. Chauveau a cité cette expérience, à l'occasion d'une intéressante Note qu'il a présentée dernièrement à l'Académie des Sciences.

De nouvelles recherches m'ont permis de constater qu'on peut obtenir l'inverse de l'expérience précédente en fixant, sur un écran phosphorescent, fortement insolé, de petits carrés de papier noir séparés les uns des autres par une distance de 5^{cm} à 10^{cm}. Si l'observateur se place alors à 1^{m} environ et fixe attentivement un des carrés de papier, il le voit disparaître complètement; une légère déviation du regard le fait aussitôt reparaître. En maintenant le regard absolument fixe, on fera persister pendant longtemps l'impression de l'effacement total du carré de papier noir.

Ainsi que le fait remarquer M. Chauveau, ces phénomènes ne sont pas spéciaux à la lumière phosphorescente; l'expérience que je viens de décrire réussit aussi à la lumière du jour et à celle du gaz; cette dernière, qui a l'avantage d'être très facile à régler, m'a paru préférable. Les résultats ne sont cependant jamais aussi nets que ceux de l'écran phosphorescent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Spectroscopie du sang et de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. Roux.

I. Dans une Note du 6 février nous faisions remarquer la propriété que possède le fluorure de sodium de transporter à $\lambda = 612$ la bande $\lambda = 634$ observée dans les solutions de sang ou d'oxyhémoglobine. Depuis nous avons déterminé que la réaction des fluorures était d'une très grande sensibilité et qu'en solution neutre elle peut déceler la présence de $\frac{6}{10000}$ de fluorure de sodium.

Dans certaines conditions cette limite peut être reculée bien au delà; en effet une légère acidité acétique (deux gouttes d'acide à 8 pour 100), dans les solutions fluorées de matière colorante, permet d'abaisser la teneur en fluorure jusqu'à $\frac{5}{1000000}$.

Cette extrême sensibilité de réaction peut servir à déceler la présence du fluor en solution quelle que soit sa combinaison et apporter une certitude de plus dans la caractérisation du sang au point de vue médico-légal.

Il en résulte aussi qu'il est impossible de manipuler en présence de fluorures la substance colorante du sang, intacte ou altérée (ferricyanure de potassium, *nitrite de soude*, etc.,) sans qu'une migration de la bande ne se produise.

Mais nous avons constaté que l'action du nitrite de soude sur les solutions fluorées d'oxyhémoglobine ne se résout pas en une simple augmentation d'intensité de la bande du fluor; si l'on ajoute du nitrite de soude à une solution fluorée d'oxyhémoglobine on observe un déplacement bien net vers la gauche du spectre et l'axe de la bande $\lambda = 612$ devient $\lambda = 620$.

Les acides minéraux : nitrique, sulfurique en solution étendue offrent également un transport de la bande vers la gauche du spectre et un arrêt stable vers $\lambda = 634$; l'addition d'acide chlorhydrique donne immédiatement une bande $\lambda = 652$ qui peut être ramenée à $\lambda = 612$ par un excès de fluorure.

La cause déterminante de ces changements de position peut être attribuée à l'action préalable du fluor. Dans toutes ces actions énergiques il faut tenir compte de la quantité des réactifs en présence; la plus grande masse de l'un pouvant intervenir dans le sens de sa réaction.

II. Au cours d'expériences faites avec du sang ou de l'oxyhémoglobine de cheval en solution fluorée à 2 pour 1000, M. Etard nous fit remarquer la présence d'une bande nouvelle $\lambda = 671$ difficile à observer.

Voici les meilleures conditions pour l'obtenir. Employer : 1° des solutions riches en substance colorante, 2° des tubes de 20^{cm} à 30^{cm} de long, 3° un éclairage puissant. Si l'on se sert de sang, il est nécessaire de filtrer afin d'avoir des solutions parfaitement limpides.

Il est très probable que cette bande n'est pas seulement due à l'action du fluorure de sodium, car nous l'avons aperçue dans d'autres circonstances et nous pensons que les solutions fluorées augmentent l'intensité d'une manifestation optique appartenant vraisemblablement à la matière colorante elle-même. Nous n'en conclurons pas qu'il existe un corps nouveau caractérisé par la seule présence de cette bande d'absorption.

III. A la longue liste des réactifs les plus disparates (acides, oxydants, réducteurs, etc.) qui, mis en contact avec l'oxyhémoglobine cristallisée, fraîche, exagèrent l'intensité de la bande $\lambda = 634$, nous ajouterons : la dessiccation. En effet, la simple exposition à l'air de cristaux récents, rouge vermeil, d'oxyhémoglobine, et plus rapidement le séchage dans le vide, par courant de gaz secs inertes ou d'oxygène, produisent le même phénomène.

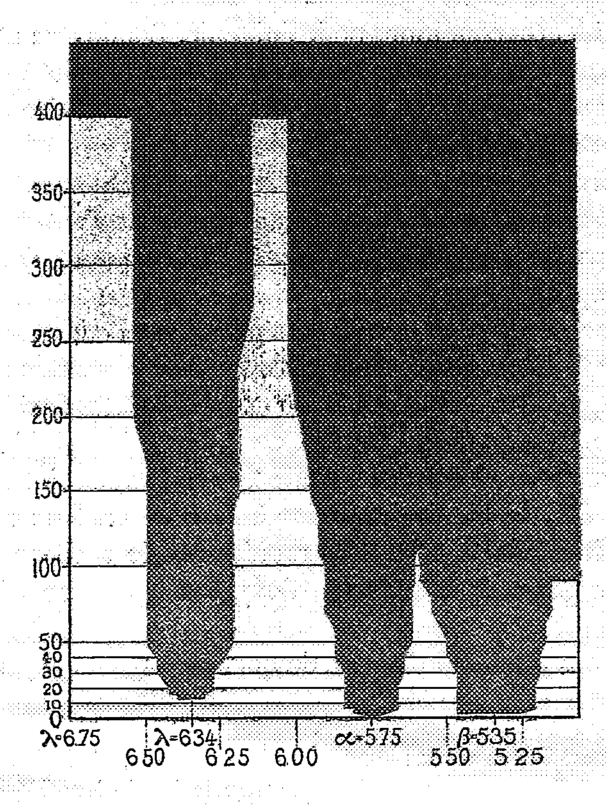
IV. Nous avons étudié l'influence de quelques agents physiques, en particulier la chaleur et la lumière.

A 0° ou un peu au-dessus aucune bande dans le rouge n'est généralement perceptible, mais, si l'on chauffe lentement, on voit apparaître la bande $\lambda = 634$ dès 15°, parfois à 20°, dans certains cas à 38°. Au reste, nous avons noté, dans ces observations faites avec du sang et non avec de l'oxyhémoglobine cristallisée, des variations suivant les espèces et les individus d'une même espèce, variations indiquant qu'il faut tenir compte non seulement du pigment, mais encore des complexes différents qui l'accompagnent dès l'opération du laquage.

Une exposition, même prolongée, au rayonnement d'une source intense (lumière de l'arc) ne modifie pas le spectre d'une solution de sang maintenue à 0° et ne présentant pas déjà d'absorption dans le rouge.

Nous concluons : que l'oxyhémoglobine cristallisée, telle que l'a définie Hoppe Seyler et après lui tous les auteurs, possède un spectre à trois bandes, et, d'une manière plus générale, que la matière colorante du sang, dès qu'elle est mise en liberté, n'est plus identique à ce qu'elle est dans le complexe globulaire, c'est-à-dire dans les conditions d'activité vitale.

Nous avons représenté graphiquement, suivant la méthode de Rollet (¹), les relations d'intensité des trois bandes de l'oxyhémoglobine.



Les observations ont été faites à l'aide d'un tube de 20^{cm} de longueur. Sur la figure, les abscisses représentent les longueurs d'onde; les ordonnées sont, en milligrammes, les quantités de substance cristallisée fraîche (à 50 pour 100 d'eau) dans 100^{cm^3}.

Ce schéma montre que la bande α du vert apparaît la première à la concentration de $\frac{1}{200000}$, la bande β à la concentration de $\frac{1}{100000}$ et la bande $\lambda = 634$ à partir de $\frac{1}{14000}$. Dès $\frac{1}{2000}$ les deux bandes α et β sont confondues, la bande dans le rouge subsiste seule.

(¹) Rollet, *Blut und lutbewegung* (*Hermann's Handb. der Physiol.*, t. IV, 1ʳᵉ Partie).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme.* Note de M. F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

La présence de l'alcool a déjà été signalée, dans un certain nombre de tissus et liquides de l'organisme (Béchamp, Bajewsky, A. Gautier). De même, l'existence normale de l'acétone dans l'urine est un fait admis aujourd'hui (Jaksch, Argenson, Cotton).

J'ai entrepris de nouvelles recherches à ce sujet, et j'ai décelé la présence de l'alcool et de l'acétone, à l'état normal, et d'une façon constante, dans tous les tissus, l'urine et le sang.

J'ai soumis à l'examen les organes suivants : muscles, cœur, foie, rate, reins, poumon, testicules, peau, tendons, cerveau, le sang et l'urine; ceci, chez le chien, le cheval et le cobaye.

Pour beaucoup de ces tissus, j'ai prélevé les fragments sur l'animal vivant, en ayant soin de les tuer immédiatement dans l'eau bouillante.

Recherche et dosage de l'alcool et de l'acétone dans les tissus. — Un fragment de tissu, prélevé sur l'animal vivant ou récemment tué, est découpé en menus morceaux, et porté au bain-marie à 100° pendant 1 heure, dans son poids et demi d'eau distillée. Le ballon renfermant le mélange est prolongé d'un long tube, afin d'éviter les pertes par évaporation.

Au bout d'une heure, on presse et l'on filtre. Le bouillon obtenu est déféqué à l'acétate basique de plomb et, après filtration, on précipite l'excès de plomb par l'acide sulfurique. La liqueur, filtrée à nouveau, est distillée une première fois en présence de l'acide sulfurique, et une seconde fois en présence de la baryte.

Pour le sang, la défécation à l'azotate mercurique (liquide de Patein et Dufau) est préférable; on filtre et l'on distille. Le liquide obtenu est distillé à nouveau en présence de l'acide sulfurique, puis de la baryte.

Pour l'urine, la défécation n'est pas nécessaire, on distille immédiatement avec l'acide sulfurique. Dans toutes ces distillations, on ne recueille que la première moitié du liquide; la totalité de l'alcool et de l'acétone s'y trouve contenue.

Le dernier distillatum est ramené à la moitié de la quantité primitive de tissu ou de liquide. Pour 100g on ramènera, par exemple, à 50cm³.

Ce liquide sert directement au dosage. Pour la recherche qualitative, il est bon de le concentrer par une nouvelle distillation dont on ne recueille que le premier dixième.

Recherche qualitative. — Dans ce liquide concentré, j'ai pu mettre en évidence, avec beaucoup de netteté, la présence de l'alcool, et cela, à l'aide de diverses réactions :

1° Réaction de l'iodoforme, au moyen de l'iode et de la potasse; on obtient des cristaux caractéristiques d'iodoforme formant un dépôt plus ou moins abondant;

2° Formation des éthers acétiques et butyriques, reconnaissables à l'odeur;

3° Réduction du mélange bichromate et acide sulfurique : virage au bleu et dégagement d'aldéhyde reconnaissable à l'odeur;

4° Réaction du cacodyle après transformation de l'alcool en acide acétique, par le mélange oxydant : acide sulfurique et bichromate.

J'ai décelé, dans ce même liquide, la présence de l'acétone, au moyen de la réaction de Le Nobel, basée sur la formation d'iodoforme, en présence de l'iode et de l'ammoniaque.

En ajoutant ces deux substances à la liqueur, j'ai obtenu de beaux cristaux d'iodoforme, reconnaissables au microscope.

Les autres réactions de l'acétone ne sont pas assez sensibles pour être positives avec des quantités aussi faibles que celles sur lesquelles on opère.

Recherche quantitative. — J'ai dosé l'alcool à l'aide du procédé Nicloux, en ajoutant la solution de bichromate de potasse, par gouttes de $\frac{1}{40}$ de centimètre cube; chaque goutte correspondant à $\frac{1}{8}$ de millimètre cube d'alcool absolu. J'ajoutais en même temps le même nombre de gouttes de bichromate à un tube témoin renfermant une solution très riche en alcool; et, en examinant sur un fond blanc les deux tubes, il m'était très facile de saisir, par comparaison, le virage au vert jaunâtre, au moindre excès de bichromate dans le tube renfermant la liqueur à doser.

Lorsque l'on connaît approximativement le nombre de gouttes nécessaire pour obtenir le virage, il est indispensable de recommencer l'opération, en versant en une seule fois le bichromate, afin de ne pas être obligé de chauffer à plusieurs reprises, ce qui entraîne toujours des pertes d'alcool.

En opérant ainsi, on arrive à doser très facilement, et avec exactitude, l'alcool dans des solutions au $\frac{1}{20000}$ et même au $\frac{1}{40000}$.

Pour le dosage de l'acétone, j'ai suivi la méthode de Martz et, pour obtenir plus de sensibilité, j'ai dilué les liqueurs : au $\frac{1}{8}$ la solution d'hyposulfite et au $\frac{1}{16}$ la solution iodo-iodurée. J'ai opéré sur 20^{cm^3} de distillatum.

Bien que l'alcool donne la réaction de l'iodoforme au même titre que l'acétone, et que l'acétone soit capable de réduire le mélange oxydant, acide sulfurique et bichromate, je me suis assuré que, jusqu'à la proportion de 1 pour 1000, l'alcool ne gêne pas le dosage de l'acétone par la méthode de Martz, pas plus que l'acétone n'influence le dosage de l'alcool par le procédé Nicloux. Or, dans aucune de mes expériences je n'ai atteint cette proportion. Si, dans un cas exceptionnel, il en était autrement, il n'y aurait d'ailleurs qu'à diluer.

Dans le dosage de l'acétone, après avoir ajouté la solution iodo-iodurée, il faut laisser les liqueurs en contact, 5 minutes au moins, et 10 minutes au plus. En se tenant dans ces limites, on est sûr que la présence de $\frac{1}{1000}$ d'alcool ne modifie nullement les résultats.

En opérant ainsi, j'ai obtenu, sur le chien, les chiffres résumés dans le Tableau suivant :

	Chien 1 an et demi.		Chien 1 an.		Chien âgé.	
	Alcool.	Acétone.	Alcool.	Acétone.	Alcool.	Alcool.
	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³
Muscles	27	6,2	31	2,5	62	40
Cœur	34	9,1	22	3,3	80	88
Foie	28	5,0	18	3,7	140	35
Reins	45	12,3	19	4,5	80	55
Poumon	»	»	15	1,7	»	»
Cerveau	24	2,5	16	1,2	105	66

	Sang.			Urine.	
	Alcool.	Acétone.		Alcool.	Acétone.
	mm³	mm³		mm³	mm³
Chien 1 an	21	2,1	Chien 1 an	17	2,3
Chien 1 an et demi.	16	4,9	Chien âgé	28	7,8
Chien âgé	18	4,1	Chien âgé	26	4,4

Les quantités d'alcool et d'acétone sont données en millimètres cubes, et correspondent à 1000^{g} de tissus, ou à 1000$^{cm^3}$ de sang ou d'urine.

Conclusions. — L'alcool et l'acétone se rencontrent à l'état normal, et d'une façon constante, dans tous les tissus de l'organisme, dans le sang et dans l'urine; ce sont des produits normaux de l'économie.

Ces deux substances préexistent bien pendant la vie de l'animal, car en prélevant les tissus sur le sujet vivant, et en les tuant immédiatement dans l'eau bouillante, la recherche de l'alcool et de l'acétone donne toujours des résultats positifs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'hématogène.* Note de MM. **Hugounenq** et **Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

L'assimilation des éléments minéraux de l'organisme, en particulier du fer, du calcium et du magnésium, peut être étudiée chez l'embryon d'oiseau, pour lequel il est possible de connaître exactement les substances aux dépens desquels s'effectue la formation des tissus de l'animal.

Miescher (1) et Bunge (2) ont découvert, dans le jaune d'œuf de poule,

(1) *Medicinisch-chemische Untersuchungen,* herausgegeben von Hoppe-Seyler, p. 502.

(2) *Zeitschrift für physiologische Chemie,* t. IX, p. 49.

une substance qui semble contenir tout le fer que l'embryon assimilera : c'est l'hématogène auquel le dernier de ces savants attribue un rôle prépondérant dans la formation de l'hémoglobine.

La constitution de cet hématogène est encore inconnue; Miescher et Bunge en ont publié des analyses élémentaires assez peu concordantes et l'ont classé, peut-être à tort, dans le groupe des nucléines. Kossel ([1]) n'a pas réussi à y mettre en évidence les bases des nucléines (guanine, adénine, hypoxanthine). Nous nous sommes proposé d'étudier plus complètement ce corps intéressant.

Préparation de l'hématogène. — Nous avons préparé de grandes quantités de cette substance en suivant la méthode donnée par Bunge, nous efforçant d'obtenir un produit aussi pur que possible. Nous avons donc poussé la digestion pepsique de la vitelline jusqu'à obtention d'un résidu qui, traité par KOH et SO^4Cu (réaction du biuret), ne donne pas de coloration violette soluble dans l'alcool, puis débarrassant complètement ce résidu des corps gras qui étaient combinés avec l'albumine dans la vitelline déjà dégraissée.

Nous avons ainsi obtenu une poudre à peine colorée en brun très clair, donnant à l'épreuve du biuret une coloration violette, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, se colorant en rouge avec le réactif de Millon et laissant, après calcination au four à moufle, 5,56 pour 100 de cendres blanches.

Analyse élémentaire. — Nous l'avons effectuée complètement, cherchant le chlore, le brome, l'iode, l'arsenic que nous n'avons pas pu y déceler, et dosant le calcium et le magnésium non encore signalés à côté du fer, du phosphore, du C, de l'H, de l'O, de l'Az, du S, déjà connus.

Nous avons trouvé comme composition centésimale :

C	43,5
H	6,9
Az	12,6
P	8,7
Fe	0,455
Ca	0,352
Mg	0,126
S	traces
O	27,367

Le dosage des éléments minéraux a été effectué par la méthode donnée par l'un de nous ([2]) à propos de l'analyse des cendres du fœtus, la recherche de l'arsenic par la méthode d'Armand Gautier.

([1]) *Zeitschrift für physiologische Chemie*, t. X, p. 248.

([2]) HUGOUNENQ, *Journal de Physiol. et de Pathol. générale*, t. I, p. 703 et t. II, p. 1.

Les chiffres de nos analyses diffèrent un peu de ceux de Bunge. Cette différence tient peut-être aux précautions prises pour purifier l'hématogène de toute trace d'albumine et de graisse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de l'état de liquéfaction de l'amidon sur sa transformation par les diastases saccharifiantes.* Note de MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

Nous avons montré, dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1217), que le phénomène de coagulation de l'amidon dépend de l'état de liquéfaction dans lequel se trouve cette substance. Nous venons démontrer aujourd'hui que, ainsi que nous l'avions indiqué dans la même Note, l'état de liquéfaction joue également un rôle très important dans la saccharification de l'amidon.

On sait depuis longtemps que, si l'on fait agir une macération de malt sur de l'empois, il y a une superposition de l'action liquéfiante et de l'action saccharifiante qui ne permet pas de faire la part de chacune de ces deux actions. Il fallait donc, pour les étudier séparément, se servir d'un extrait saccharifiant exempt de propriétés liquéfiantes appréciables, et, à cet effet, nous avons employé un extrait d'orge, préparé en faisant macérer pendant quelques heures, dans 100^{cm^3} d'eau distillée, 10^g d'orge moulue, soigneusement triée au préalable, afin d'éviter la présence de toute graine étrangère contenant une diastase liquéfiante.

Il fallait également trouver une méthode permettant de doser les sucres réducteurs et la dextrine, sans que le dosage fût gêné par la présence d'amidon à l'état d'empois ou à l'état soluble. Le procédé que nous avons employé consiste à précipiter ces deux derniers corps par un excès d'eau de baryte saturée, méthode qui a été préconisée par von Asboth (*Repert. anal. Chem.*, t. VII, p. 299) pour le dosage de l'amidon. Nous nous sommes assurés que la baryte précipite, dans les conditions où nous avons opéré, tout ce qui est colorable en bleu par l'iode, sans entraîner une quantité sensible de dextrine ni de sucres réducteurs. Après filtration, on élimine l'excès de baryte par l'acide sulfurique, qui, ajouté en quantité convenable, sert ensuite à transformer en glucose la dextrine et le maltose existant dans la liqueur à côté du glucose.

Dans une première expérience nous avons opéré comparativement sur de l'empois de

fécule à 4,5 pour 100, chauffé à 100°, *a*, et sur le même empois fortement liquéfié par chauffage pendant 2 heures à 140°-145°, *b*. Après 5 heures d'action de l'extrait d'orge, nous avons trouvé les chiffres suivants, corrigés de ce qui a été apporté par cet extrait :

	A. Sucres réducteurs exprimés en glucose.		B. Sucres réducteurs et dextrines exprimés en amidon.	
Températures	45°.	60°.	45°.	60°.
25^{cm^3} d'empois *a* + 5^{cm^3} d'extrait d'orge	$0^g,501$	$0^g,421$	$0^g,658$	$0^g,550$
25^{cm^3} d'empois *b* + 5^{cm^3} d'extrait d'orge	$0^g,531$	$0^g,482$	$0^g,725$	$0^g,724$

On arrive à des résultats analogues si l'empois, au lieu d'être liquéfié par chauffage sous pression, a été soumis au préalable à l'action liquéfiante d'une trace d'extrait de malt.

On prépare trois ballons contenant 25^{cm^3} d'empois ordinaire; les ballons II et III sont soumis, à 70°, à l'action de $0^{cm^3},25$ de macération à 10 pour 100 d'un malt à faible pouvoir diastasique; après liquéfaction, on détruit la diastase par ébullition. Puis, les ballons I et II, additionnés de 5^{cm^3} d'extrait d'orge, sont maintenus pendant 3 heures à 58°, le ballon III étant conservé comme témoin pour servir à corriger le chiffre fourni par le ballon II. Voici les chiffres trouvés (les colonnes A et B ayant la même signification que ci-dessus); l'expérience 2 ne diffère de l'expérience 1 qu'en ce que les pouvoirs diastasiques des solutions sont un peu plus élevés.

	Expérience 1.		Expérience 2.	
	A.	B.	A.	B.
Ballon I	$0^g,214$	$0^g,322$	$0^g,353$	$0^g,536$
» II	0,350	0,513	0,418	0,628
» III	traces	traces	0,026	0,081

Il résulte de ces chiffres que l'action liquéfiante préalable de l'extrait de malt produit le même effet que le chauffage sous pression. Dans tous les cas, il reste une proportion considérable d'amidon non transformé.

Il n'en est plus de même si on laisse se poursuivre l'action liquéfiante de l'extrait de malt, ajouté en quantité tout à fait insuffisante pour produire seule la saccharification totale.

C'est ce que prouvent les chiffres suivants, relatifs à des expériences dans lesquelles

on a fait agir sur le même empois, soit de l'extrait d'orge, soit de l'extrait de malt, soit les deux ensemble.

	A.	B.
	g	g
I. 25cm³ d'empois + 5cm³ d'extrait d'orge	0,214	0,322
II. 25cm³ d'empois + 0cm³,25 d'extrait de malt	0,065	0,166
III. 25cm³ d'empois + 5cm³ d'extrait d'orge + 0cm³,25 d'extrait de malt	0,384	0,907

Il faut noter que le ballon III, à la fin de l'expérience, ne contient plus d'amidon colorable par l'iode. On voit d'autre part que la somme des quantités d'amidon transformé par les deux extraits séparément est bien inférieure à ce qu'ils ont transformé en agissant ensemble.

En comparant l'action de l'extrait d'orge sur des empois d'amidon de céréales diverses et d'amidon de pomme de terre, nous avons observé que ces amidons de céréales se saccharifient beaucoup plus facilement et profondément que la fécule; il semble que leur état de fluidité, à la température à laquelle on opère la saccharification, les rapproche des empois de fécule liquéfiés dont nous avons parlé plus haut.

MÉDECINE. — *Dyscrasie acide expérimentale* (*Modifications de l'organisme. — Variations toxiques. — Lésions spéciales. — Anaphylaxie tuberculeuse*). Note de M. Charrin, présentée par M. d'Arsonval.

Dans le domaine des faits relatifs à la *dyscrasie acide*, l'expérimentation nous a permis d'obtenir des résultats qui nous paraissent intéressants.

Au cours d'une première série de recherches, nous avons divisé, en trois groupes égaux, 9 lapins soumis à d'identiques conditions d'existence. — Tous les 2 ou 4 jours et durant 8 semaines, les sujets de l'un de ces groupes ont reçu, sous la peau, 1cm³ d'une solution assez étendue (1 pour 150 d'eau) d'acide lactique; à ceux du second groupe, en observant ces mêmes intervalles et pendant ces 8 semaines, on a, également par voie sous-cutanée, injecté 1cm³ d'un liquide constitué par 10g de chlorure de sodium, 12g de phosphate de soude et 1000cm³ d'eau. — Quant aux trois autres lapins, indemnes de toute injection, ils ont servi de témoins.

Après cette longue préparation, à tous ces animaux et par voie intra-veineuse, on a inoculé une semblable dose de culture pyocyanique. — La moyenne des survies des lapins acidifiés a été de 44 heures; chez les sujets minéralisés, cette moyenne a atteint 92 heures, et, pour les normaux, elle n'a pas dépassé 60. D'autre part, chez ces sujets minéralisés, les poils sont habituellement plus lisses, l'urine un peu plus abondante,

le rapport azoturique légèrement supérieur (0,91 au lieu de 0,87), le sérum plus bactéricide et l'agglutination plus accentuée.

En somme, on enregistre un ensemble de phénomènes révélant, dans les échanges ou les plasmas, des modifications en général favorables à une augmentation de la résistance à l'infection; un examen parallèlement pratiqué chez les autres animaux montre que la dyscrasie acide s'oppose à la genèse de ces modifications (¹).

Une deuxième série de recherches nous a conduits à reconnaître que, déposé dans le derme, $0^g,01$ d'acide lactique dilué (1 pour 5 d'eau) est sensiblement aussi toxique que 1^g pris par ingestion. — Les difficultés de l'absorption intra-digestive, l'action du mucus, la neutralisation d'une partie de cet acide par les substances minérales rencontrées dans le conduit gastro-intestinal, peut-être l'intervention de la muqueuse du jéjunum ou celle du foie, autrement dit, divers facteurs concourent à expliquer une pareille différence de toxicité.

Or, il n'est pas sans intérêt de connaître l'influence exercée par cet acide lactique administré par la bouche. A notre époque, des coutumes alimentaires ou thérapeutiques récemment développées font qu'on consomme abondamment des produits tels que le képhir, le lait caillé, les pâtes alimentaires, etc., susceptibles de livrer une notable proportion de ce principe. Sans doute, au point de vue des fermentations putrides digestives, ses heureux effets sont mis en évidence par les améliorations enregistrées pendant certaines gastro-entérites; néanmoins, il convient de se tenir en garde contre les conséquences d'un usage excessif.

Une nouvelle catégorie d'expériences apprend que, pour engendrer des troubles variés, il suffit, durant 2 ou 3 semaines, tous les 2 ou 4 jours, soit d'injecter, sous la peau de lapins pesant environ 2^{kg}, $0^g,01$ à $0^g,05$ d'acide lactique étendu (²), soit de faire ingérer à ces lapins des proportions correspondant à une dose quotidienne de 1^g.

Dans ces conditions, alors que, normalement et par litre, la teneur des urines en matières minérales ne dépasse pas 7^g, ordinairement chez les animaux acidifiés soumis à une identique alimentation elle s'élève au-dessus de 10^g. En outre, quand la durée de

(¹) Il est permis de rapprocher ces résultats de nombreuses constatations analogues faites au cours d'anciennes expériences (Voir *Soc. Biol.* 1899). Toutefois, à cette époque nous avons utilisé un mélange complexe formé de trois acides, lactique, acétique, oxalique.

(²) Tous les acides ne sont pas nuisibles au même titre; l'acide phosphorique, par exemple, peut être utile.

l'expérience est suffisante, exprimée en soude et pour 100, dans la glande biliaire l'alcalinité fléchit de 0,028 à 0,013 et, au sein du parenchyme rénal, de 0,014 à 0,011. Physiologiquement limitée à la cavité stomacale, sous cette influence la réaction acide s'étend quelque peu au delà du duodénum. — Histologiquement, dans les viscères, dans les reins, avant tout dans le foie, on décèle des hémorragies, parfois un léger degré de sclérose; mais la plus curieuse altération consiste dans l'apparition, au pourtour des lobules hépatiques, d'îlots clairs formés de cellules dépourvues de graisse, de protoplasma, de noyau, réduites en définitive à leur enveloppe, véritable membrane propre ou simple couche périphérique du cytoplasma plus ou moins épaissi (1). *Entre* ces zones détériorées et les parties saines, les transitions sont brusques.

Ainsi, dans ces territoires, on constate l'absence de nombreux noyaux qui, à l'état normal, pour un unique élément anatomique de la glande biliaire, sont fréquemment doubles; avec eux doivent fatalement disparaître leurs principes constituants, c'est-à-dire des albumines phosphorées, des nucléines, sources des bases xanthiques, de l'acide urique, etc. Or, d'après M. Desgrez et Mlle Guende (2), au cours de cette dyscrasie acide, c'est précisément sur cette catégorie d'albumines que porte spécialement la destruction et la dislocation de ces substances fait qu'aux émonctoires il est possible de retrouver leurs dérivés xanthiques ou urique : l'Histologie et la Chimie se complètent.

Ajoutons que d'anciennes expériences (3) permettent de prévoir, consécutivement à ces injections d'acides, un abaissement de la résistance de l'organisme aux infections. J'ai reconnu qu'à l'égard de la tuberculose cet abaissement peut être très considérable; ainsi l'inoculation d'une culture de bacilles de Koch, assez atténuée pour laisser les témoins survivre durant 6 à 8 semaines, en 14 ou 16 jours amène la mort de cobayes soumis à ces injections, et déjà les granulations sont manifestes (4). Or, aussi bien que cet acide lactique et pour une part en provoquant, surtout dans les cavernes, la genèse de ce corps, le virus tuberculeux évoluant entraîne et la diminution de l'alcalinité humorale et la déminéralisation, phénomènes dont il est aisé de concevoir les multiples influences nuisibles; en d'autres termes, grâce à ce virus, on voit se réaliser deux modifications propres

(1) Ces préparations, dues à M. Le Play, fournissent, pour la solution de cette question de structure, d'importants renseignements.

(2) Voir *Soc. biol.*, mars 1905.

(3) Exp. de M. Arloing, de MM. Nocard et Roux.

(4) Exp. faites avec MM. Dehérain et di Chiara.

à exercer sur son développement une puissante action. Dès lors, sans vouloir tout réduire à ces facteurs, nos recherches montrent par quel mécanisme les processus bacillaires engendrent une sorte d'anaphylaxie : par suite, on comprend comment une première atteinte du mal prédispose à des poussées ultérieures.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du granite des Alpes occidentales et l'origine des blocs exotiques cristallins des Klippes.* Note de **M. C.-G.-S. Sandberg**, présentée par M. de Lapparent.

L'examen pétrographique de diverses roches des Alpes, joint à une étude approfondie des cartes géologiques détaillées de la France et de la carte géologique de la Suisse, m'a conduit à constater que, dans les Alpes occidentales et suisses, les parties frontales et médianes des anticlinaux ne présentent que peu ou point de métamorphisme. Au contraire, dans leurs parties profondes, le métamorphisme va en augmentant à mesure qu'on se rapproche de leurs racines.

Par contre, les charnières des synclinaux sont fortement métamorphisées, et la transformation diminue d'intensité à mesure qu'on s'éloigne de ces charnières. Enfin, le phénomène va toujours en s'accentuant quand on marche de l'extérieur vers l'intérieur des Alpes.

Il s'ensuit forcément que la cause à laquelle est dû le métamorphisme agissait encore pendant la période du plissement, et que son siège doit être cherché dans la partie profonde du géosynclinal, que seule l'intensité du plissement a pu tenir éloignée des charnières anticlinales en la rapprochant des charnières synclinales.

En recherchant la cause de ce métamorphisme, j'ai constaté, en me basant sur les travaux de divers auteurs, que, dans quelques-uns des synclinaux, des dépôts d'âge relativement récent se sont transformés en cornéennes, schistes à minéraux, etc., sortes de transformations qui ne peuvent être produites que par l'*influence directe de roches éruptives* non encore consolidées et rentrent dans ce qu'on appelle le *métamorphisme de contact*. C'est donc à des roches éruptives sous-jacentes qu'il convient de les attribuer.

Comme d'ailleurs, dans les synclinaux en question, il y a des sédiments d'âge oligocène qui sont devenus cristallins, la conséquence est que ces roches éruptives doivent être considérées comme oligocènes.

Enfin, les manifestations dynamiques étant allées en s'accentuant de l'extérieur à l'intérieur de la chaîne, on doit s'attendre à constater, dans cette direction, une augmentation de l'intensité du phénomène, dû aux mouvements de la roche éruptive sursaturée d'agents minéralisateurs, mouvements qui facilitaient la sortie de ces derniers.

Il suit également de là que les représentants non métamorphiques des terrains sédimentaires doivent se rencontrer, dans les nappes de charriage, en compagnie des témoins étirés du noyau éruptif qui a pris part au plissement.

Ces témoins se trouvent, en effet, dans certains *blocs exotiques* des *Klippes*, lesquels, comme on sait, sont de la même nature que le granite des Alpes.

Je suis ainsi conduit à regarder le granite des Alpes occidentales comme étant d'âge oligocène. J'y vois une explication rationnelle du mode d'accentuation du métamorphisme alpin, question qui, soulevée en 1903, comme l'une des plus importantes, au Congrès géologique de Vienne, y était restée sans solution, aussi bien que celle de l'origine des blocs cristallins exotiques.

Je me propose, du reste, de développer ces considérations dans un prochain travail.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de Lahore et les variations de l'aiguille aimantée à Paris.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Les journaux ont annoncé que des secousses de tremblement de terre, d'une grande violence, ont été ressenties le 4 avril, *dans la journée*, à Lahore (Indes britanniques).

Les dégâts sont considérables : un grand nombre de maisons se sont écroulées, notamment l'hôtel de ville; la gare, qui est une sorte de forteresse, est gravement endommagée, ainsi que la cathédrale; de nombreuses personnes ont péri.

Sur les courbes de variations magnétiqnes relevées à l'Observatoire du Val-Joyeux le 4 avril, on remarque des épaississements dus aux vibrations des aimants, depuis $1^h 19^m$ jusqu'à $1^h 41^m$ du matin (temps moyen de Paris), soit de $6^h 7^m$ à $6^h 29^m$ du matin (temps moyen de Lahore). Cette agitation très spéciale, se produisant dans la nuit, à une heure où l'on peut affirmer

qu'aucune cause accidentelle n'a pu troubler les aimants, est certainement d'origine sismique; d'ailleurs, les courbes magnétiques obtenues à l'observatoire de Nantes par M. Lhuillier témoignent, moins nettement toutefois, de mouvements vibratoires analogues.

La relation entre ces observations et le tremblement de terre de Lahore est subordonnée à la connaissance de l'heure où s'est produit le phénomène, et qui malheureusement n'a pas été communiquée d'une manière précise.

M. **Francis Laur** envoie une nouvelle Communication *Sur la découverte du terrain houiller exploitable en France.*

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 avril 1905.

La Chimie minérale, ses relations avec les autres sciences, par Henri Moissan, Membre de l'Institut. Paris, G. Steinheil, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

M. Edmond Maillet adresse soixante-deux brochures sur divers sujets de Mathématiques, de Mécanique, d'Hydrologie, de Météorologie, et une Notice et son supplément sur ses travaux scientifiques. 62 fasc. de divers formats.

Poissons des côtes d'Espagne et de Portugal (océan Atlantique), par A. Cligny, Directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer; 2e partie. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société zoologique de France; t. XXIX, nos 1-9, janvier 1904-février 1905. Paris, au siège de la Société; 9 fasc. in-8°.

Novo planisfero ad uso della Marina, per D.-F. Faccin. Pavie, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Das electro-pneumatische Motorsystem der Atmosphäre als ein Teil des allgemeinen Natur-Mechanismus, von Konrad Keller; zweite umgearbeitete Auflage. Zürich, 1904; 1 fasc. in-8°.

Revista de Chimica pura e applicada; fundatores : Prof. A.-J. Ferreira da Silva, Prof. Alberto d'Aguiar, José Pereira Salgado; anno I, nos 1-3, 15 de janeiro-15 de março de 1905. Porto; 3 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 avril 1905.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1904 et programme des travaux pour l'exercice de 1905. Leide, E.-J. Brill, 1905; 1 fasc. in-4°.

Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française, études scientifiques et agronomiques publiées sous le patronage de MM. Edmond Perrier, Membre de l'Institut, E. Roume, par M. Auguste Chevalier; vol. I, fasc. 1. Paris, Ph. Renouard, 1905; 1 fasc. in-8°.

Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura, par E. Fournier, 6e campagne 1903-1904, avec 8 figures. (*Spelunca,* t. V, n° 40.) Paris, au siège de la Société de Spéléologie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Fondation Thiers, 1905, nouvelle série. Issoudun, imp. Gaignault, 1905; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie, paraissant tous les deux mois. Rédacteurs en chef : MM. Boule, Verneau; t. XVI, n° 1, janvier-février 1905. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales, 1905. Madrid; 1 vol. in-24.

El tercer aniversario de la fundacion de la Sociedad astronómica de Mexico, por J. Galindo y Villa. Mexico, 1905; 1 fasc. in-12.

The University of Missouri. (*Bull. of the University of Missouri,* vol. VI, n° 1, january 1905.) 1 fasc. in-8°.

Annual report of the board of scientific advice for India, for the year 1903-1904, by A.-T. Gage. Calcutta, Imprimerie du Gouvernement, 1905; 1 fasc. in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1908, first edition. Washington, 1904; 1 vol. in-4°.

Bergens Museum. Aarsberetning for 1904. Bergen, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bergens Museums aarbog 1904, udgivet af Bergens Museum ved Dr J. Brunchorst. Bergen, 1905; 1 fasc. in-8°.

Archives du Musée Teyler; série II, vol. IX, 1re et 2e parties. Haarlem, 1904; 2 fasc. in-4°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. II, n° 1. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 10 avril 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. H. Deslandres. — Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.................. 965

M. A. Lacroix. — Conclusions à tirer de l'étude des enclaves homœogènes pour la connaissance d'une province pétrographique. Santorin.............................. 971

M. Gaston Bonnier. — Les plantes du plateau des Nilghirris........................ 975

M. E.-L. Bouvier. — Sur les Pénéides et les Sténopides recueillis par les expéditions françaises et monégasques dans l'Atlantique oriental............................ 980

M. A. Chauveau. — Le conflit de l'image primaire et de l'image accidentelle, appliqué à la théorie de l'inévitable variabilité des impressions rétiniennes qu'excitent les objets éclairés par des sources lumineuses de valeur constante................ 984

M. de Forcrand. — Chaleur de formation de l'hydrure de sodium. Acidité de la molécule d'hydrogène........................ 990

MM. R. Lépine et Boulud. — Sur la réduction de l'oxyhémoglobine................ 993

M. Grand'Eury. — Sur les *Rhabdocarpus*, les graines et l'évolution des Cordaïtées.. 995

RAPPORTS.

M. H. Poincaré. — Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur.................................. 998

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1905 : MM. *Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq*.............................. 1006

Commission chargée de juger les concours des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905 : MM. *Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léaute, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré*.............................. 1006

Commission chargée de juger les concours du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905 : *Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille*.............. 1006

Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905 : MM. *Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann, Darboux*.............................. 1006

Commission chargée de juger les concours des prix Gay, Tchihatchef pour 1905 : MM. *Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem*............ 1006

Commission chargée de juger les concours des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 : MM. *Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Amagat, Berthelot, Poincare, Maurice Levy*. 1007

CORRESPONDANCE

MM. Rambaud et Sy. — Observations de la comète Giacobini (1905, *a*) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$.................................. 1007

M. A. Hansky. — Observations actinométriques au sommet du mont Blanc en 1904. 1008

M. Eugène Fabry. — Sur le genre des fonctions entières.............................. 1010

N° 15.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.
M. P. ZERVOS. — Sur le problème de Monge. 1013
M. BELZECKI. — Sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle............. 1016
M. L. TORRES. — Sur la stabilité longitudinale des ballons dirigeables............. 1019
M. A. LEDUC. — Sur le diamagnétisme du bismuth................................ 1022
M. PIERRE MASSOULIER — Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes... 1023
M. CHANOZ. — Sur la variation de la différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes............ 1024
M. N. EGOROFF. — Sur le dichroïsme produit par le radium dans le quartz incolore et sur un phénomène thermo-électrique observé dans le quartz enfumé à stries... 1028
M. V. CRÉMIEU. — Dispositif auto-amortisseur applicable aux mouvements pendulaire et oscillatoire..................... 1029
M. EM. TOUCHET. — Sur une photographie d'éclair montrant une incandescence de l'air.................................... 1031
M. MARCEL P.-S. GUÉDRAS. — Sur l'éthérification de la glycérine..................... 1034
MM. LESPIEAU et CHAVANNE. — Liquéfaction de l'allène et de l'allylène............... 1035
M. A. FRÉBAULT. — Sur l'hydrogénation du benzonitrile et du paratolunitrile......... 1036
MM. LÉO VIGNON et A. SIMONET. — Diazoaminés secondaires....................... 1038
M. ANDRÉ KLING. — Sur les hydrates d'acétol. 1040
M. PAUL LEBEAU. — Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique : préparation des carbures forméniques.......... 1042
M. FRED. WALLERANT. — Sur l'isodimorphisme...... 1045
M. HENRI JUMELLE. — Une nouvelle Euphorbe à caoutchouc............................ 1047

Pages.
M. PAUL BECQUEREL. — Action de l'éther et du chloroforme sur des graines sèches.... 1049
M. A. PERRIER. — Sur la formation et le rôle des matières grasses chez les Champignons 1052
M. RÉMY PERRIER. — Sur quelques points de l'anatomie des organes mâles des Édentés Tardigrades, et sur leurs moyens de fixation.................................... 1054
MM. L. LAPICQUE et P. GIRARD. — Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux......................... 1057
M. TH. LULLIN. — Sur l'alternance des éclipses et des éclats des objets faiblement éclairés.......................... 1059
MM. M. PIETTRE et A. VILA. — Spectroscopie du sang et de l'oxyhémoglobine.......... 1060
M. F. MAIGNON. — Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme................. 1063
MM. HUGOUNENQ et MOREL. — Recherches sur l'hématogène.......................... 1065
MM. A. FERNBACH et J. WOLFF. — Influence de l'état de liquéfaction de l'amidon sur sa transformation par les diastases saccharifiantes.................................. 1067
M. CHARRIN. — Dyscrasie acide expérimentale (Modifications de l'organisme. Variations toxiques. Lésions spéciales. Anaphylaxie tuberculeuse).................. 1069
M. C.-G.-S. SANDBERG. — Sur l'âge du granite des Alpes occidentales et l'origine des blocs exotiques cristallins des Klippes.... 1072
M. TH. MOUREAUX. — Sur le tremblement de terre de Lahore et les variations de l'aiguille aimantée à Paris. 1073
M. FRANCIS LAUR envoie une nouvelle Communication « Sur la découverte du terrain houiller exploitable en France »......... 1074
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.. 1074

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 16 (17 Avril 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 AVRIL 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 24 avril sera remise au mardi 25.

NAVIGATION. — *Deuxième Note sur le principe des navires à flottaison cellulaire;* par M. **Bertin**.

En 1884, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, sous les auspices de Dupuy de Lome, une Note, insérée aux *Comptes rendus* du 13 mars, où se trouve décrit un système de protection dont l'emploi s'est étendu peu à peu à toutes les classes de bâtiments de guerre, cuirassés de ligne ou croiseurs, et qui est universellement adopté depuis 4 ou 5 ans.

A la Note du 13 mars a été joint, comme l'indique cette Note, un extrait de mes premiers projets de navires à flottaison cellulaire, dont le plus ancien remonte au commencement de 1870, avec les calculs relatifs à l'effet probable des projectiles sur l'immersion, l'assiette, *la stabilité* d'un navire disposé suivant ce système. Ces calculs, surtout ceux relatifs à la stabilité, ont reçu, depuis 21 ans, des développements importants.

A la fin de cette même Note, l'adoption simultanée du cuirassement et du cloisonnement était prévue par l'énoncé de cette remarque, que les deux systèmes, *loin de s'exclure, se prêtent un mutuel appui.* Il est intéressant de voir aujourd'hui comment s'est opérée la combinaison.

La lenteur, avec laquelle s'est accomplie la transformation annoncée pour la flotte, surprendra peut-être. La cause n'en est point, chez nous du moins, dans une démonstration insuffisante des principes qui commandaient cette

transformation. C'est souvent en dehors de la discussion technique que se trouverait l'origine des hésitations qui ont conduit, soit à des mesures transactionnelles insuffisantes, soit même à des retours en arrière que Dupuy de Lome n'eût point soufferts en son temps. Je n'ai du reste à mentionner ces tergiversations que pour en signaler la disparition finale en France à partir de 1898.

Deux motifs distincts ont eu raison des résistances qui s'opposaient à l'adoption, sur les cuirassés, des dispositions déjà préconisées pour eux, il y a 35 ans.

Le premier de ces motifs a été l'impossibilité constatée de rendre impénétrable, soit une ceinture de cuirasse, soit un pont blindé. La recherche de l'invulnérabilité des parties vitales conduisait, dès lors, à placer le pont et la cuirasse de manière à superposer leurs effets au lieu de les juxtaposer. Le pont a pris ainsi la position qui convient aux navires à flottaison cellulaire; la ceinture est devenue une protection extérieure de la tranche protectrice, limitant le nombre des avaries dont aucune n'est mortelle, mais qui deviennent dangereuses par leur multiplication. Cette évolution logique a été accomplie d'abord en Italie sur les cuirassés de la classe *Sardegna;* on en trouve un exemple, contemporain du *Sardegna,* sur le petit croiseur japonais *Chiyoda,* mis en chantier en 1888.

Le second motif a été l'insuffisance reconnue des dimensions de l'ancien caisson blindé pour garantir la stabilité du navire contre les avaries courantes de combat. La nécessité de développer la surface cuirassée à la flottaison, soit dans le sens de la longueur, sur les navires anglais, soit dans celui de la hauteur sur les nôtres, a conduit à réduire l'épaisseur des plaques. L'obligation est ainsi devenue plus absolue, de superposer la protection du pont à celle de la ceinture, pour les parties vitales du navire. Dans mes premiers projets, la hauteur de la tranche cellulaire a toujours été suffisante pour assurer la stabilité, mais j'étais guidé, à cette époque, par le sentiment des dangers possibles, bien plus que par le calcul. L'étude exacte de l'effet des projectiles pour détruire graduellement la stabilité a été faite à partir de 1890-1891 seulement; la méthode employée est décrite dans une Note de M. Leflaive, insérée aux *Comptes rendus* du 23 mars 1896.

La question de la hauteur du caisson, au point de vue stabilité, se prête à deux solutions.

La portion cuirassée du navire au-dessus de l'eau, qui doit assurer la stabilité quand la superstructure en tôlerie a été criblée de projectiles, agit sur la stabilité par ses deux dimensions transversales, par sa largeur et par

sa hauteur (¹). Or, à égalité d'effet sur la stabilité, l'accroissement de hauteur et l'accroissement de largeur du caisson agissent très inégalement sur le poids de cuirasse. En doublant, par exemple, la hauteur de la ceinture, très insuffisante sur certains navires, on double le poids, déjà énorme, de cette ceinture. Pour donner la même augmentation à la stabilité du caisson blindé, il suffit d'accroître sa largeur du dixième environ, ce qui n'exige qu'une addition de poids insignifiante. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, le déplacement du navire varie, selon que la stabilité protégée et cuirassée est demandée, soit à la largeur du caisson, soit à sa hauteur.

La première solution, qui est celle des monitors, a été appliquée sur le *Henri-IV*, où l'on rencontre la combinaison du monitor et du navire à superstructures armées et habitables, propre à la longue navigation et au combat en haute mer. Les similaires du *Henri-IV*, si le modèle se répand, pourront s'appeler *cuirassés-monitors*.

La seconde solution est adoptée en Angleterre depuis onze ans. Elle est appliquée en France sur les cuirassés du type *Patrie*, mis en chantier en 1900, dont l'étude remonte à 1891. Elle est du reste suivie maintenant partout. Elle comporte les formes usuelles de tous les navires, celles même des paquebots, ou mieux celles des croiseurs. Par suite, les cuirassés présentant cette disposition peuvent assez justement recevoir le nom de *cuirassés-croiseurs*.

Pour préciser le sens et la portée des mots qui précèdent, il est bon de noter que celui de *cuirassé-croiseur* est pris, par opposition, à celui de *cuirassé-monitor*. Quant aux noms des croiseurs cuirassés et des cuirassés-croiseurs, ils se trouvent accidentellement, par leur quasi-similitude, exprimer les grandes ressemblances existant, en fait, entre les deux sortes de navires qu'ils désignent.

J'ai préparé jadis deux projets de monitors à flottaison cellulaire, le 16 juin 1870 et le 5 juin 1878, 20 ans, puis 12 ans avant l'étude des cuirassés type *Patrie*. Cette antériorité ne provient pas d'une préférence arrêtée pour l'un des deux modèles actuels; elle a eu sa source dans la conviction que la limite de déplacement fixée par les programmes de 1870 et 1878 ne permettait pas de construire des cuirassés-croiseurs, sans le sacrifice complet des conditions de stabilité indispensables.

Le parallèle entre les deux systèmes de cuirassés met en lumière trop

(¹) La ceinture cuirassée a toujours régné, en France, sur toute la longueur du navire.

d'avantages ou de défectuosités propres à chacun d'eux, pour qu'il soit permis de se prononcer sans une expérience approfondie. Le cuirassé-monitor, à égal déplacement et à mêmes qualités de vitesse et distance franchissable, aura une cuirasse plus épaisse ou une artillerie plus formidable; de plus, il se prête mieux à la protection contre la torpille Whitehead. Le cuirassé-croiseur présente des dispositions générales plus conformes aux habitudes maritimes et offre plus de commodités de logements; il court moins de dangers du côté des coups de pont; enfin, il se prête à toutes les combinaisons intermédiaires conduisant au croiseur-cuirassé, tandis que son rival est essentiellement distinct du croiseur. La raison décisive, qui pourrait fixer le choix entre les modèles *Henri-IV* et *Patrie*, pour les cuirassés à grand déplacement de l'avenir, serait une différence accentuée dans la manière de se comporter sur la houle du large. Les premiers essais, en concordance avec les calculs théoriques, indiquent que le *Henri-IV* pourrait faire feu de toute son artillerie par des temps qui interdisent aux cuirassés-croiseurs l'usage des pièces de gros et de moyen calibre. Une campagne à la mer, dans des conditions comparatives, serait nécessaire pour permettre de voir, de ce fait, dans le cuirassé-monitor, le véritable navire de combat de haute mer.

Il reste un mot à dire de l'application de la ceinture cuirassée à la tranche cellulaire des croiseurs.

Les premiers croiseurs cuirassés ont été dotés d'une vitesse peu supérieure à celle des cuirassés-croiseurs actuels. Le *Dupuy-de-Lome* et ses dérivés ont ainsi un rang intermédiaire entre les navires de course et ceux de combat. Le *Jeanne-d'Arc* représente la première tentative pour combiner les qualités nécessaires à tous les croiseurs, avec le cuirassement assurant la supériorité militaire sur les croiseurs sans cuirasse; son modèle s'est vite répandu et, après quelques retours malheureux en arrière, il s'est développé jusqu'à atteindre, chez nous comme ailleurs, 14000^t de déplacement. Les croiseurs cuirassés, qui n'auraient pas besoin, à mon avis du moins, d'être très nombreux, ne peuvent pas se dispenser d'être très gros. L'effet de la combinaison d'une belle vitesse alliée à une grande puissance militaire se fait également sentir, d'ailleurs, sur le développement des cuirassés-croiseurs. Le navire le plus récent de cette classe, mis en chantier à Yokoska, sur le modèle agrandi des derniers cuirassés anglais, déplacera 19000^t; il ne va guère coûter moins de 50 millions au budget du Japon.

Je joins à la présente Note un exemplaire de deux Mémoires formant aujourd'hui la suite de l'extrait de mes premiers projets annexé à la Note

du 13 mars 1884. Les trois documents réunis donnent l'exposé assez complet de l'étude que j'ai commencée à la fin de 1869 et que je viens seulement d'achever, au sujet de la protection du navire de combat.

Le premier de ces Mémoires, qui remonte au 25 juin 1900, a été écrit pour les constructeurs. Il indique surtout les précautions à prendre dans la construction des cofferdams, dans l'emménagement de la tranche cellulaire, et dans tout ce qui concerne la protection des écoutilles du pont blindé.

Le second Mémoire, le plus important des deux, qui porte la date du 25 février 1904, est particulièrement destiné aux commandants des navires à flottaison cellulaire. Il contient l'exposé des mesures à prendre, pour tirer tout le parti possible des moyens de défense actuels, qui ne sont pas encore connus universellement, bien qu'ils n'aient pas varié depuis la première application faite sur le *Sfax*. Ce Mémoire renferme aussi l'exposé des résultats connus sur l'effet des avaries de combat au point de vue de la stabilité, résultats qui constituent la principale addition faite, depuis la Note du 13 mars 1884, à l'étude du principe des navires à flottaison cellulaire.

Le Mémoire du 25 février 1904 présente une lacune assez importante, relative à l'évaluation du moment d'inclinaison, auquel le navire est soumis pendant le combat et auquel le moment de stabilité après avaries doit faire équilibre. La solution du dernier des problèmes que j'ai eu à me poser, relativement aux propriétés défensives du navire à flottaison cellulaire, est donnée dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 6 février 1905.

PATHOLOGIE. — *Traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des infections dues au* Trypanosoma gambiense. Note de M. **A. Laveran.**

Dans des Notes antérieures j'ai montré qu'on obtenait de bons résultats, dans le traitement des trypanosomiases et en particulier des infections produites par *Trypanosoma gambiense*, chez le rat et chez le chien, en associant l'acide arsénieux au trypanroth et en faisant des traitements successifs à l'aide de ces médicaments [1].

J'ai poursuivi ces recherches et je les ai étendues aux singes, les résultats

[1] A. Laveran, *Comptes rendus*, séances des 4 juillet 1904 et 30 janvier 1905.

que j'ai obtenus chez ces animaux confirment ceux que j'ai déjà fait connaître pour d'autres espèces animales.

L'expérience dont je désire rendre compte aujourd'hui a porté sur deux *Macacus sinicus* infectés avec du virus provenant d'un nègre de l'Ouganda atteint de maladie du sommeil, virus qui m'a été fourni très aimablement par M. le Dr D. Bruce.

Ce virus est très actif pour les macaques. Deux *M. rhesus* inoculés à l'Institut Pasteur avec ce virus de l'Ouganda sont morts en 33 et 63 jours (¹).

L'acide arsénieux a été donné à la dose de 1^{mg}, le trypanroth à la dose de 2^{cg} environ par kilogramme d'animal.

J'ai employé, en injections hypodermiques, la solution arsénicale dont la formule suit :

Acide arsénieux	0,50 g
Bicarbonate de soude	0,50
Eau distillée	250,00

ce qui donne une solution d'acide arsénieux à 2 pour 1000.

Ces injections n'ont provoqué aucun accident chez les singes.

Le trypanroth a été administré aussi en injections hypodermiques, je me suis servi d'une solution à 2 pour 100.

Sous l'influence des injections répétées de trypanroth, la peau des singes prend une coloration d'un rose vif qui donne à ces animaux un aspect singulier ; cette coloration est surtout apparente à la face. Les urines sont fortement colorées en rose ; il m'a été impossible de recueillir les urines pour rechercher si elles étaient devenues albumineuses à un moment donné.

Deux mois après la cessation du traitement, la coloration rose de la peau commence à s'effacer, mais elle est encore très apparente.

L'un des singes (n° II) a présenté, au cours de son traitement, un larmoiement très marqué qui s'explique probablement par la présence de trypanroth dans la sécrétion des glandes lacrymales.

Le singe n° I a été soumis à quatre traitements successifs, à 8 ou 10 jours d'intervalle, chaque traitement comprenant : une injection hypodermique d'acide arsénieux et, 2 ou 3 jours après, une injection de trypanroth. Le singe n° II n'a subi que trois traitements.

Je résume les observations des deux singes.

(¹) A. LAVERAN et F. MESNIL, *Trypanosomes et Trypanosomiases*, Paris, 1904, p. 333.

I. Un *Macacus sinicus,* mâle, pesant $1^{kg},580$, est inoculé le 5 janvier 1905 sur un rat infecté de *Trypan. gambiense* (virus de l'Ouganda). A cet effet du sang dilué du rat est inoculé sous la peau d'une des cuisses. L'examen du sang du singe fait avant l'inoculation n'a rien révélé d'anormal. — 15 janvier. Trypanosomes très rares dans le sang du singe. — 16 janvier. Trypanosomes rares. Le singe reçoit : acide arsénieux, $1^{mg},5$ en injection hypodermique. — 18 janvier. Je ne trouve plus aucun trypanosome à l'examen du sang; trypanroth 3^{cg}. — 22 et 24 janvier. Examens du sang négatifs. — 24 janvier. Acide arsénieux, $1^{mg},5$. — 26 janvier. Trypanroth, 3^{cg}. — Les examens du sang faits les 26 et 29 janvier et 3 février sont négatifs. — 3 février. Acide arsénieux, $1^{mg},5$. — 6 février. Trypanroth, 3^{cg}. — 9 février. Examen du sang toujours négatif. Le singe va très bien, il pèse $1^{kg},630$. La peau a pris, surtout à la face, une couleur d'un rose vif. — 17 février. Aucun trypanosome à l'examen du sang. — 18 février. Acide arsénieux, $1^{mg},5$. — 21 février. Trypanroth, 3^{cg}. — Du 23 février au 17 avril, l'examen du sang fait tous les 4 à 5 jours est constamment négatif. Le singe va très bien, il pèse $1^{kg},620$ le 21 mars et $1^{kg},610$ le 8 avril. Dans les premiers jours d'avril la teinte rouge produite par le trypanroth commence à diminuer d'intensité.

II. Un *Macacus sinicus* femelle, pesant $1^{kg},800$, est inoculé le 12 janvier 1905 sur un rat infecté de *Trypan. gambiense* (virus de l'Ouganda). Le sang du rat, dilué dans de l'eau citratée, est inoculé sous la peau d'une des cuisses. Le sang du singe examiné au préalable n'a rien montré d'anormal. — 22 janvier. L'examen du sang du singe révèle l'existence de trypanosomes rares. Inoculation sous-cutanée d'acide arsénieux, 2^{mg}. — 24 janvier. Examen du sang négatif; trypanroth, 4^{cg}. — Des examens du sang faits les 29 janvier et 1er février sont négatifs. — 1er février, acide arsénieux, 2^{mg}. — 3 février, trypanroth, 4^{cg}. — 9 février, pas de trypanosomes à l'examen du sang; poids, $1^{kg},890$. — 13 février, examen du sang négatif; trypanroth, 3^{cg}. — Du 17 février au 17 avril l'examen du sang fait tous les 4 à 5 jours ne révèle jamais la présence de trypanosomes. Le singe est coloré en rose vif, cette coloration est surtout apparente à la face. A la fin de février et au commencement de mars, on note du larmoiement. Les urines sont fortement teintées en rose. Le poids varie peu; 8 mars, $1^{kg},790$; 21 mars, $1^{kg},860$; 8 avril, $1^{kg},820$.

Les singes I et II dans le sang desquels aucun trypanosome n'a été vu, depuis 89 jours chez l'un, depuis 83 jours chez l'autre, me paraissent guéris.

Ces expériences, comme mes expériences antérieures sur des rats et des chiens, attestent l'efficacité de la méthode thérapeutique que je préconise et qui peut se résumer ainsi : traitements successifs à 8 ou 10 jours d'intervalle, chaque traitement comportant une dose forte d'acide arsénieux (en injection sous-cutanée ou intra-veineuse) et une dose forte de trypanroth; trois à quatre traitements suffisent en général.

L'acide arsénieux a été employé avant moi, par un grand nombre d'observateurs, dans le traitement des trypanosomiases et le mérite d'avoir découvert les propriétés du trypanroth revient à MM. Ehrlich et Shiga, mais, si l'on réfléchit que ces médicaments, employés isolément, ne procurent,

dans les trypanosomiases, que des améliorations passagères et que le traitement mixte ne réussit pas non plus, en général, si l'on attend les rechutes pour le reprendre, on voudra bien, je l'espère, reconnaître que j'ai fait faire un progrès à la question. J'ajoute que les infections que j'ai réussi à guérir ont une évolution qui était considérée jusqu'ici comme toujours ou presque toujours mortelle chez les animaux employés dans mes expériences.

Il n'y a pas de motif pour que le traitement qui a réussi dans les infections expérimentales du rat, du chien et des singes par *Trypanosoma gambiense* ne réussisse pas également dans les infections naturelles, chez l'homme, et je crois que, dès maintenant, on serait autorisé à essayer de ce traitement chez des sujets atteints de trypanosomiase. La difficulté sera de déterminer les doses d'acide arsénieux et de trypanroth qui devront être prescrites; des tâtonnements seront inévitables. Les chances de succès seront d'autant plus grandes que la maladie sera à une période moins avancée de son évolution. Il est douteux que le traitement puisse donner encore de bons résultats quand les accidents du côté du système cérébro-spinal ont acquis une certaine intensité; on se rappellera d'autre part que le trypanroth est irritant pour les reins ([1]), on surveillera les urines et l'on ne prescrira pas ce médicament aux malades atteints de néphrite.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1905.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin.* — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot.

Minéralogie et Géologie : *Prix Delesse, Fontannes, Alhumbert.* — MM. Gaudry, Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier.

Botanique : *Grand prix des Sciences physiques, Prix Desmazières, Montagne, Thore.* — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Giard, Chatin.

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus*, 30 janvier 1905.

Zoologie : *Prix Savigny*. — MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Laveran, Lannelongue.

Médecine : *Prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres.* — MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Giacobini* (1905, *mars* 26), *faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner-Henry)*; par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1905.	Étoiles de comparaison.	Comète. — Étoile. Æ.	Comète. — Étoile. ⊕.	Nombre de comparaisons.
		m s		
Avril 7	*a*	+ 1.11,43	+ 6'39",6	18:20
8	*b*	— 0.23,53	+ 1. 1,7	18:20
8	*c*	— 1.28,99	+ 2.23,6	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1905.	★.	Gr.	Asc. droite moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1905,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s			
Avril 7...	*a* 1336 BD	9,4	6.30.39,5	+0,12	+25°17',8	−7",4	Posit. approchée
8...	*b* 1321 BD	9,3	6.35.52,1	+0,12	+26.31,4	−7,0	Posit. approchée
8...	*c* 1332 BD	9,0	6.36.57,80	+0,12	+26.30.39",2	−7,0	Cambridge, n° 3449

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° '	
Avril 7.....	9. 3.18	6.31.51,1	$\bar{1}$,581	+25.24,3	0,585
8.....	8.57.13	6.35.28,7	$\bar{1}$,575	+26.32,3	0,564
8.....	8.57.13	6.35.28,93	$\bar{1}$,575	+26.32.55",8	0,564

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation différentielle* $y'' + \lambda A(x) y = 0$. Note de M. MAX MASON, présentée par M. Émile Picard.

Beaucoup de questions liées à l'équation différentielle

$$(1) \qquad y'' + \lambda A(x) y = 0$$

sont des cas spéciaux du problème : *Déterminer le paramètre* λ *de façon qu'il existe une solution de l'équation* (1) *qui satisfasse aux conditions*

$$(2) \qquad \begin{cases} a_1 y(x_1) + a_2 y(x_2) + a_3 y'(x_1) + a_4 y'(x_2) = 0, \\ b_1 y(x_1) + b_2 y(x_2) + b_3 y'(x_1) + b_4 y'(x_2) = 0. \end{cases}$$

Je me bornerai ici au cas où l'on a $d_{13} = d_{24}$, en écrivant $d_{ik} = a_i b_k - a_k b_i$.

Pour qu'il existe une solution autre que zéro des équations (1), (2), il faut et il suffit que λ soit racine d'une fonction transcendante $D(\lambda)$. Si λ est racine simple de $D(\lambda)$, il y a une seule solution η_1 ; si λ est racine double il y en a deux, η_1, η_2.

D'autre part, si λ n'est pas racine de $D(\lambda)$, il existe une solution de l'équation

$$(1') \qquad y'' + \lambda A(x) y = f(x),$$

qui satisfait aux conditions (2) quelle que soit $f(x)$. Il faut et il suffit que la fonction $f(x)$ satisfasse à la condition

$$\int_{x_1}^{x_2} f \eta_1 \, dx = 0,$$

si λ est racine simple de $D(\lambda)$, et aux conditions

$$\int_{x_1}^{x_2} f \eta_1 \, dx = 0, \qquad \int_{x_1}^{x_2} f \eta_2 \, dx = 0,$$

si λ est racine double.

On prouve l'existence d'une suite infinie de racines réelles λ_n de $D(\lambda)$ d'une manière analogue à celle dont j'ai fait usage dans certains cas particuliers (*Math. Annalen*, t. LVIII, 1904; *Journal de Mathématiques*, 5ᵉ série, t. X, 1904).

Considérons les valeurs de l'expression

$$J(y) = \int_{x_1}^{x_2} (y')^2 \, dx - (yy')_{x_1}^{x_2},$$

formée pour les fonctions y qui satisfont aux équations (2) et à la condition

$$\int_{x_1}^{x_2} \mathrm{A} y^2\, dx = 1 \qquad (\mathrm{A} > 0 \text{ dans une partie au moins de l'intervalle}).$$

Il existe une limite inférieure λ_0 pour ces valeurs $\mathrm{J}(y)$ pourvu qu'on ait, pour toutes les fonctions y,

$$(yy')_{x_1}^{x_2} \leqq 0,$$

c'est-à-dire si les coefficients a, b des équations (2) satisfont à une des conditions suivantes :

1° $\quad d_{12} = 0, \qquad d_{34} = 0;$

2° $\quad d_{23}\,d_{14} - d_{13}^2 \geqq 0, \qquad d_{12}\,d_{14} \geqq 0, \qquad d_{12}\,d_{23} \geqq 0;$

3° $\quad d_{23}\,d_{14} - d_{13}^2 \geqq 0, \qquad d_{43}\,d_{14} \geqq 0, \qquad d_{43}\,d_{23} \geqq 0.$

La limite inférieure λ_0 *est racine de* $\mathrm{D}(\lambda)$. En effet, s'il en était autrement, on trouverait qu'on pourrait déterminer une fonction $f(x)$, telle que la solution de l'équation

$$y'' + \lambda_0 \mathrm{A} y = f$$

satisfasse à toutes les conditions du problème minimum et donne à l'expression J une valeur moindre que λ_0.

Ajoutons au problème de minimum la condition

$$\int_{x_1}^{x_2} \mathrm{A}\, y_0\, y\, dx = 0.$$

Soit λ_1 la limite inférieure nouvelle des valeurs de J. Supposons d'abord que $\lambda_1 = \lambda_0$. Si λ_0 n'était pas racine double de $\mathrm{D}(\lambda)$, il y aurait une solution de l'équation

$$y'' + \lambda_0 \mathrm{A}\, y = f,$$

sous les conditions (2), pour chaque fonction f, pourvu que

$$\int_{x_1}^{x_2} y_0 f\, dx = 0.$$

Mais, comme auparavant, on démontre que cela est impossible. Si $\lambda_1 > \lambda_0$, on démontre d'une manière analogue que λ_1 est racine de $\mathrm{D}(\lambda)$, et ainsi de suite.

Il existe donc une suite infinie de racines λ_n *de* $\mathrm{D}(\lambda)$ *et de solutions* y_n *des équations* (1), (2). *La fonction* y_n *est solution du problème*

$$\mathrm{J}(y) = \textit{minimum}$$

sous les conditions (2) *et*

$$\int_{x_1}^{x_2} A y^2\, dx = 1, \qquad \int_{x_1}^{x_2} A y_i y\, dx = 0 \qquad (i = 0, 1, \ldots, n-1),$$

et λ_n *est la valeur minimum de* J. On suppose

$$\int_{x_1}^{x_2} A\, dx \neq 0;$$

dans le cas contraire le théorème doit être légèrement modifié.

Si la fonction A change de signe, on arrive à une seconde suite infinie de valeurs λ_n en remplaçant la condition

$$\int_{x_1}^{x_2} A y^2\, dx = 1 \quad \text{par} \quad \int_{x_1}^{x_2} A y^2\, dx = -1.$$

La méthode ci-dessus s'applique avec des modifications très simples à l'équation

$$y'' + p(x) y' + [\lambda A(x) - B(x)] y = 0,$$

où $B(x) > 0$.

Examinons de plus près les solutions périodiques de l'équation (1) quand la fonction A est périodique avec la période ω, c'est-à-dire les solutions de l'équation (1) sous les conditions

$$\text{(I)} \qquad y(a) - y(a+\omega) = 0, \qquad y'(a) - y'(a+\omega) = 0.$$

Désignons les valeurs λ_n dans ce cas par $\lambda_{1,n}$ et les solutions y_n par $y_{1,n}$. Écrivons de même $\lambda_{2,n}$, $\lambda_{3,n}$ et $y_{2,n}$, $y_{3,n}$ pour les conditions

$$\text{(II)} \qquad y(a) = 0, \qquad y(a+\omega) = 0,$$

$$\text{(III)} \qquad y'(a) = 0, \qquad y'(a+\omega) = 0,$$

De la définition de $\lambda_{1,n}$, $\lambda_{2,n}$, $\lambda_{3,n}$ comme valeurs minima, on démontre qu'on a

$$\lambda_{1,n} \leqq \lambda_{2,n} \leqq \lambda_{1,n+1},$$
$$\lambda_{1,n} \leqq \lambda_{3,n+1} \leqq \lambda_{1,n+1}.$$

D'ailleurs, on sait par les théorèmes de Sturm que les fonctions $y_{2,n}$, $y_{3,n}$ ont exactement n racines dans l'intervalle $a < x < a + \omega$, si la fonction A ne change pas de signe. D'où l'on démontre facilement le théorème :

Si la fonction A *ne change pas de signe, les solutions périodiques* $y_{1,2m-1}$, $y_{1,2m}$ *ont exactement* $2m$ *racines dans l'intervalle* $a \leqq x < a + \omega$.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la relation qui existe entre la vitesse de combustion des poudres et la pression.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Vieille.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 13 mars 1905) j'ai montré comment la pression, produite en vase clos par un explosif, s'exprime en fonction du temps, quand la vitesse de combustion est proportionnelle à la puissance $\frac{2}{3}$ de la pression.

Si l'on voulait supposer que cette vitesse est proportionnelle à la pression elle-même, les formules, obtenues par un procédé tout analogue, seraient encore plus simples; mais il y a une différence essentielle à signaler: la pression atmosphérique, négligeable en toute hypothèse pour la partie des courbes accessible à l'étude expérimentale, avait pu être remplacée par zéro dans le cas de l'exposant $\frac{2}{3}$; la même simplification ne serait pas permise dans le cas de l'exposant 1, car la pression, supposée nulle d'abord, resterait nulle indéfiniment. Je désigne, dans ce dernier cas, par y l'expression $\int_0^t \frac{P}{P_0} dt$, en conservant pour tout le reste les notations antérieures et, dès que y surpasse, par exemple, $\frac{1}{10}$, je trouve que toute l'approximation désirable est obtenue : 1° pour la pression, en employant la formule $P = \frac{h F(y)}{1 - k F(y)}$; 2° pour le temps, en employant la relation suivante :

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{(h-k)t}{P_0 \tau} &= C - ky \\ &+ \frac{M}{2a} \log\left(\frac{y^2}{1 - \lambda y + \mu y^2}\right) + \frac{\lambda}{a\sqrt{4\mu - \lambda^2}} \operatorname{arc\,tang} \frac{2\mu y - \lambda}{\sqrt{4\mu - \lambda^2}}, \end{aligned} \right.$$

où M représente le module des logarithmes népériens et C une constante. Il est inutile de calculer celle-ci, puisque l'origine vraie du tracé expérimental n'est pas connue.

Il reste à comparer, avec l'expérience, les tracés théoriques, qui correspondent aux puissances $\frac{2}{3}$ et 1 de la pression, ce dernier donné par l'équation (1), le premier par l'équation (5) de ma Note précédente.

Pour le faire avec toute la précision nécessaire il convient de remarquer que les derniers points du tracé expérimental doivent être laissés de côté. La fin du tracé se perd en effet dans la largeur d'un trait rectiligne, en sorte

qu'il est impossible d'y lire avec certitude le temps correspondant à la pression maximum; de plus, les petits écarts de la loi de combustion, dus, soit à l'imperfection de forme des grains, soit aux légers défauts d'homogénéité de la matière, peuvent y dissimuler la loi générale. Il faut donc, pour déterminer la valeur de τ, employer, avec le premier point lu sur le tracé expérimental et correspondant à une pression d'au moins 200^{kg}, un dernier point situé à quelques dixièmes de millimètre du trait final, soit vers une pression d'environ 1900^{kg}, dans les conditions ordinaires d'expérience; cet intervalle comprend d'ailleurs toute la partie utile du fonctionnement de l'explosif. M. Vieille, à qui je dois ces observations sur l'étendue utilisable des tracés expérimentaux, a bien voulu reprendre quelques déterminations en vue de les comparer avec la théorie. Voici, par exemple, le cas d'une poudre en grains cubiques. Pour cette sorte de grains, $a = 3$, $\lambda = 1$, $\mu = \frac{1}{3}$; la vitesse de combustion étant proportionnelle à la puissance $\frac{2}{3}$ de la pression, il s'introduit les fonctions elliptiques qui correspondent à $g_3 = \frac{4}{27}$, $g_2 = 0$; leur demi-période réelle, ω_2, et la demi-période, purement imaginaire, ω'_2 (non primitive), sont données par les relations [1]

$$\omega_2 = 2,6497, \qquad \omega'_2 = i\omega_2 e^{-\frac{\pi\sqrt{3}}{2}};$$

la fin de la combustion correspond à $U = -\frac{2\omega_2}{3}$. Le Tableau suivant contient, pour une série de valeurs de t (en millièmes de seconde), les valeurs de la pression, expérimentales et théoriques : 1° dans l'hypothèse de l'exposant $\frac{2}{3}$; 2° dans l'hypothèse de l'exposant 1.

t	0,00.	2,59.	6,70.	10,10.	10,78.	14,84.	18,89.
Pression expérimentale	379	574	960	1300	1368	1718	1940
Pression théorique (exposant $\frac{2}{3}$)	379	574	980	1320	1388	1738	1945
Pression théorique (exposant 1)	379	564	1035	1390	1438	1758	1915

On voit que l'exposant $\frac{2}{3}$ donne une représentation excellente des résultats expérimentaux; l'exposant 1 laisse des écarts bien plus importants.

Le même échantillon de grains cubiques a été essayé sous la *densité de chargement* (rapport Δ du poids initial de la charge en grammes, au volume

(1) Les notations sont celles d'Halphen (*Traité des fonctions elliptiques*). Les calculs numériques ont été faits au moyen des séries $\mathfrak{F}$ et vérifiés de diverses manières, à l'aide des formules que donne la théorie.

de la chambre, en centimètres cubes), de 0,25; la pression maximum atteint alors environ 2600^{kg}.

On reconnaît d'abord sans peine que, quel que soit l'exposant adopté, la courbe théorique des pressions se déduit, sans erreur appréciable, de celle qui convenait à la densité de chargement de 0,2, par une simple modification des échelles pour les abscisses et pour les ordonnées.

Ce changement fait et, *sans toucher à la valeur de* τ *qui résultait du tracé obtenu sous la densité de chargement de* 0,2, les pressions théoriques représentent bien l'expérience dans le cas de l'exposant $\frac{2}{3}$; les écarts, en général très faibles, ne dépassent guère 100^{kg}. Dans le cas de l'exposant 1, les différences sont beaucoup plus fortes et atteignent fréquemment 250^{kg}.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Arcs associés à des longerons par des montants verticaux articulés.* Note de M. **Pigeaud**, présentée par M. Maurice Levy.

M. Considère a récemment fait connaître (*Comptes rendus*, t. CXL) une méthode de calcul des arcs reliés à des longerons continus par des montants verticaux articulés. Cette méthode, qui est à certains égards une généralisation de la méthode dite des *poutres correspondantes*, suppose le cas limite de montants en nombre infini et de longueur invariable.

Ces hypothèses simplificatives limitent le champ d'application de la méthode aux associations d'arcs et de longerons de même nature. Un arc articulé ne pourrait être associé à un longeron encastré, par exemple, que si une certaine discordance était permise entre les déplacements verticaux vers les extrémités, ce qui implique des montants verticaux en nombre limité. On retomberait alors dans le cas des arcs continus étudiés par M. Maurice Levy.

En revanche cette étude du cas limite a le très grand avantage de permettre l'énoncé de certaines conclusions générales.

Le but de la présente Note est de préciser la portée de la première proposition énoncée par M. Considère et de montrer qu'elle suffit pour faire rentrer le calcul des arcs associés dans la théorie ordinaire des arcs isolés.

Cette proposition n'est pas entièrement rigoureuse, car, en égalant les dérivées secondes des expressions qui donnent les déplacements verticaux de l'arc et du longeron, on trouverait la relation suivante, dans laquelle les lettres accentuées se rapportent

au longeron :

$$\frac{M'}{EI'} = \frac{M}{EI\dfrac{dx}{ds}} - \frac{d}{dx}\left(\frac{N}{ES}\frac{dy}{dx}\right) + \delta\tau\frac{d^2y}{dx^2}.$$

Mais on peut se rendre aisément compte que, en dehors des régions où M est exceptionnellement petit, les deux derniers termes du second membre sont négligeables par rapport au premier; ils sont de l'ordre de $\frac{1}{\rho \times 10^4}$, tandis que le premier est de l'ordre de $\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}$. L'erreur commise en les supprimant est comparable à celle que l'on commet en substituant la formule

$$\frac{M}{EI} = \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}$$

à la formule complète

$$\frac{M}{EI} = \frac{1}{\rho}\left(1 - \frac{N}{ES} + \delta\tau\right) - \frac{1}{\rho_0}.$$

Lorsque M est exceptionnellement petit, sa valeur exacte n'a du reste aucun intérêt, ni en elle-même, ni surtout lorsqu'il s'agit de l'utiliser au calcul d'une intégrale s'étendant à une fraction importante de l'arc.

On peut donc admettre, avec M. Considère, que la caractéristique du genre d'ouvrages envisagé soit la relation

$$(1) \qquad \frac{M'}{EI'} = \frac{M}{EI\dfrac{dx}{ds}} = \frac{M''}{EI''\dfrac{dx}{ds}},$$

en posant $M'' = M + M'$,

$$I'' = I + I'\frac{ds}{dx}.$$

Cela posé, on arrive aisément à cette autre proposition qui n'est pas une conséquence directe et rigoureuse de (1), mais qui est très suffisamment exacte pour les besoins de la pratique :

Lorsqu'un arc est associé à un longeron de même nature, les réactions totales des appuis (poussée et, s'il y a lieu, moments totaux d'encastrement) sont égales aux réactions qui se produiraient dans un arc de même nature, considéré isolément, ayant une section S, *un moment d'inertie* I'', *et qui serait soumis aux mêmes charges extérieures et aux mêmes variations de température que le système proposé.*

Pour la justifier il suffit :

1° De constater que M'' est indépendant des réactions des montants verticaux et

fonction seulement des charges appliquées au système et des réactions totales des appuis;

2° De remplacer $\frac{M}{EI}$ par $\frac{M''}{EI''}$ dans les équations qui servent à déterminer les réactions des appuis de l'arc proposé et de constater que les équations transformées, contenant alors les réactions totales des appuis, ne diffèrent de celles qui détermineraient les réactions relatives à l'arc fictif que par quelques-uns des termes correctifs.

Les termes correctifs contenant la poussée sont exactement ce qu'ils doivent être pour l'arc fictif. Quant aux autres, ils sont généralement négligeables en entier. Pour les arcs articulés, cela résulte des Tables de Bresse, pour le coefficient λ; pour les arcs encastrés, cela résulte de notre étude détaillée des arcs circulaires à section constante.

Au surplus, il ne serait pas même nécessaire de supposer négligeables en entier ces termes correctifs dépendant des actions verticales. Il suffit de négliger, dans le calcul d'intégrales étendues à l'arc entier, les différences entre les actions verticales qui seraient exercées sur une même poutre droite, d'abord par les charges appliquées au système proposé et ensuite par les charges réellement supportées par l'arc (réactions des montants verticaux). Or, ces deux systèmes de charges sont statiquement équivalents.

Les réactions totales des appuis une fois déterminées, on peut tracer la courbe des M″ et la relation (1) conduit au partage de ces moments entre l'arc et le longeron. Cette méthode paraît d'une grande simplicité théorique et pratique.

Il y aurait peu de chose à changer pour traiter le problème de l'association de deux arcs.

PHYSIQUE. — *Propriétés optiques du fer ionoplastique.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. Mascart.

Les pellicules transparentes de fer, placées dans un champ magnétique perpendiculaire à leur plan et traversées normalement par de la lumière polarisée, transforment une vibration rectiligne et une vibration elliptique dont le grand axe est incliné sur le plan de la vibration incidente. Cette propriété, analogue à celle que possèdent, en dehors de toute action magnétique, les solutions de sels de chrome et de cuivre étudiées par M. Cotton, suggère une explication identique : on peut penser que la vibration rectiligne incidente se décompose en deux circulaires inverses dont les intensités, égales à l'entrée dans la lame, diminuent inégalement par suite d'une

différence dans leurs coefficients d'absorption; cette hypothèse a été indiquée par M. Cotton ([1]); d'autre part, M. Righi, qui a constaté le premier l'ellipticité de la lumière transmise ([2]), croit pouvoir attribuer l'effet observé à une inégalité des pouvoirs réflecteurs du fer pour les deux circulaires.

Pour élucider cette question, j'ai opéré sur les trois lames de fer a, d, c obtenues par ionoplastie dont j'ai isolé les parties les meilleures, présentant une transparence grise uniforme, sans trous visibles. Les épaisseurs de ces trois pellicules, dans les parties isolées, étaient de $24^{\mu\mu}$ pour a, $38^{\mu\mu}$ pour d, $47^{\mu\mu}$ pour c.

J'ai déterminé pour ces trois lames, par le procédé décrit par M. Cotton, les angles ρ et φ qui définissent le phénomène : ρ pouvoir rotatoire = angle de la vibration incidente avec le grand axe de la vibration elliptique émergente; φ, angle qui fait connaître le rapport des axes α et β de l'ellipse émergente par la relation $\frac{\alpha}{\beta} = \operatorname{tang}\varphi$.

L'expérience prouve que les valeurs de ρ croissent avec le champ, non proportionnellement, mais, comme l'a montré Kundt, en tendant vers un maximum. Les valeurs de φ croissent également avec le champ. On peut s'en rendre compte d'après les nombres suivants; le champ H a été mesuré en substituant à la pellicule de fer une lame de verre dont le pouvoir rotatoire avait été déterminé par comparaison avec le sulfure de carbone :

Lame.	H.	φ.	log tang(45 + φ).	$\frac{\alpha}{\beta}$.
a..........	12800	25′	0,00632	$\frac{1}{137}$
d..........	12800	24,8	0,00627	$\frac{1}{138}$
c..........	7800	17,8	0,00451	$\frac{1}{193}$
c..........	13800	24	0,00606	$\frac{1}{143}$
c..........	14150	28	0,00707	$\frac{1}{123}$
c..........	14800	30	0,00758	$\frac{1}{115}$
c..........	17900	30,8	0,00779	$\frac{1}{112}$

Ces nombres infirment nettement l'hypothèse de deux circulaires absorbés inégalement. En effet, les intensités de ces circulaires, égaux à leur entrée dans la lame d'épaisseur ε, pourraient être représentées à leur sortie par

$$D = Ae^{-\delta\varepsilon}, \qquad G = Ae^{-\gamma\varepsilon},$$

([1]) *Recherches sur la polarisation rotatoire magnétique* (*Éclairage électrique*, 1er août 1896.)

([2]) *Il Nuovo Cimento*, t. XXI, 1887, p. 89.

δ et γ étant les coefficients d'absorption; on tire de là

$$\frac{D}{G} = e^{(\gamma-\delta)\varepsilon} = \left(\frac{\beta+\alpha}{\beta-\alpha}\right)^2 = \text{tang}^2(45+\varphi).$$

On devrait donc avoir :

$$\frac{\log \text{tang}(45+\varphi)}{\varepsilon} = \frac{1}{2}(\gamma-\delta)\log e = \text{constante}.$$

Or, on voit que, dans un champ voisin de 13000, les valeurs de

$$\log \text{tang}(45+\varphi),$$

loin de varier proportionnellement à 24,38 et 47, sont égales, aux erreurs d'expérience près, pour les trois lames.

Biréfringence naturelle du fer. — Kundt a constaté (¹) que certains dépôts de fer et d'autres métaux, effectués par projection cathodique à l'aide d'une cathode très petite, présentent une biréfringence notable; je n'ai pu aucunement retrouver cette propriété dans les lames métalliques uniformes que je prépare à l'aide de cathodes planes; en particulier, trois lames de fer, d'épaisseur $22^{\mu\mu}$, $42^{\mu\mu}$ et $58^{\mu\mu}$, étudiées à l'aide du dispositif désigné ci-dessus (l'électro étant supprimé), n'ont manifesté aucun dédoublement de la frange sombre observée au spectroscope. Or l'appareil permettait de mettre en évidence une différence de marche inférieure à $\frac{\lambda}{1000} = 0^{\mu\mu},58$. On voit donc qu'en appelant n et n' les deux indices, on aurait, pour la lame de $58^{\mu\mu}$: $(n'-n)\,58 < 0,58$, d'où $n'-n < 0,01$. Si donc il y a biréfringence, la différence des indices est certainement inférieure à 0,01, tandis que Kundt conclut de ses expériences $n'-n > \frac{1}{2}$. Cette divergence ne peut être attribuée qu'à une différence profonde entre la structure moléculaire des dépôts coniques étudiés par Kundt et celle des pellicules uniformes, telles que je les obtiens par ionoplastie.

(¹) *Doppelbrechung des Lichtes in Metallschichten, welche durch Zerstäuben einer Kathode hergestellt sind* (*Ann. der Phys. und Chemie,* t. XXVII, 1886, p. 59).

PHYSIQUE. — *Théorie et imitation du vol à voile.* Note de M. **Albert Bazin**, présentée par M. d'Arsonval.

En 1888, dans un Mémoire à l'Institut, je proposais une théorie mécanique du vol à voile basée sur les mouvements internes du vent que j'appelais *force latente du vent.* Ces variations de vitesse du vent paraissaient suffisamment démontrées par des observations sur les fumées, les oscillations d'une girouette et les variations d'un anémomètre ordinaire. Elles ont été depuis lors étudiées et mises en lumière par les professeurs Langley et Zahm. Pour concevoir comment le voilier peut les employer à son ascension ou à sa progression horizontale, il faut s'abstraire du mouvement relatif au sol et n'envisager que celui du voilier relatif à l'air qui le porte.

La théorie du cerf-volant démontre que l'oiseau recevant obliquement sous ses ailes immobiles un courant d'air *relatif* horizontal peut se soutenir indéfiniment en équilibre si sa vitesse relative à l'air demeure constamment suffisante et qu'il peut s'élever si elle vient à augmenter.

Or un vent de vitesse variable peut être représenté dans un plan horizontal par une série indéfinie de courants V^0, V', V'' de vitesses contraires pour un observateur qui participerait à la vitesse moyenne V^0 de ce vent.

Si, pourvu d'une vitesse relative initiale v suffisante à sa sustension, le voilier aborde le courant V' sous un angle plus grand que l'angle limite α_1 $\left(\cos\alpha_1 = \frac{1}{2}\frac{V'}{v}\right)$, en vertu de son inertie sa vitesse relative au milieu V' deviendra résultante de v et V'. Cette résultante est plus grande que v. Il y a donc augmentation de vitesse relative et par suite sustension ou ascension.

Si, après avoir consommé cet excès de vitesse en ascension ou en progression horizontale, il revient au courant V^0 ou en aborde un autre V'' sous un angle α plus petit que α_1, la même accélération relative se produira, et ainsi de suite.

L'angle limite α_1 étant $< 90^\circ$ quels que soient V' et v, on établirait par un calcul de probabilité que le voilier, décrivant une trajectoire horizontale généralement quelconque, voit sa vitesse relative constamment entretenue par ces mouvements internes du vent, il peut donc s'y soutenir indéfiniment et même s'élever sans dépense de force. D'autre part, il peut prévenir ces variations de vitesse et, infléchissant sa trajectoire contre

le vent relatif, en tirer toujours le meilleur parti au bénéfice de sa sustension et de son ascension.

Et comme il parcourt dans le vent de grands espaces en peu de temps on conçoit qu'il y rencontre une somme de variations suffisante, c'est-à-dire une énergie capable de compenser ou même d'excéder le travail d'entraînement qu'il y subit. L'imitation du vol à voile est donc susceptible de procurer la direction aérienne, quel que soit le vent, comme ce vol paraît le faire pour les grands oiseaux exclusivement voiliers.

A l'appui de ce qui précède nous avons cherché à reproduire schématiquement le glissement d'un voilier dans un tel vent et suivant les trois dimensions de l'espace, en l'assimilant au roulement d'une bille sur des trajectoires solides ascendantes, et nous avons réussi à la faire cheminer contre la pesanteur en imprimant à ces trajectoires des mouvements alternatifs horizontaux et uniformément variés analogues aux mouvements réciproques des courants d'air.

Il est toutefois une manœuvre du voilier qui, en l'absence de courants ascendants, paraît inexplicable en l'état de nos connaissances mécaniques. C'est celle des goélands, en mer, progressant horizontalement et directement contre un vent violent sans autres mouvements que de légers balancements latéraux.

Une autre manœuvre, observée par Mouillard, paraît être du même ordre; il s'agit d'un aigle s'élevant sans vitesse initiale, verticalement, à une grande hauteur sans perdre au vent, manœuvre étonnante à propos de laquelle cet auteur entrevoit une nouvelle force d'*aspiration du vent*.

La curieuse expérience suivante peut encore être rapprochée de ces phénomènes : une balle de liège est placée dans le goulot d'une bouteille couchée horizontalement et peut entrer et sortir librement; si l'on souffle énergiquement sur l'orifice, cette balle est toujours projetée en dehors et comme aspirée contre le courant d'air.

Ces effets d'aspirations (s'ils étaient démontrés) viendraient s'ajouter à ceux de la force latente du vent au bénéfice de la sustension.

En présence des récents progrès de l'Aviation, nous ne craignons pas de conclure à la possibilité d'imiter le vol des voiliers au moyen d'aéroplanes de surfaces, de formes et de poids convenables, et capables d'assurer dans tous les cas leur équilibre et leurs changements de direction.

Et, pour cela, une première règle technique générale se dégage de ce qui précède, que l'on peut énoncer ainsi :

« Pour s'élever dans le vent, l'aéroplane voilier, quelle que soit sa trajectoire, doit toujours venir dans le vent relatif. »

PHYSIQUE. — *Emploi des centrifugeurs pour l'analyse des cacaos et des chocolats.* Note de MM. F. **Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

La force centrifuge avait été indiquée par M. d'Arsonval, dès 1895, comme pouvant être un moyen d'analyse et de dissociation, mais jusqu'ici ce principe n'avait guère été utilisé dans les laboratoires.

La méthode que nous exposons ne nécessite pas de vitesses aussi grandes que celles mises en œuvre par M. d'Arsonval; il suffit, en effet, pour éviter des filtrations pénibles, sinon impossibles, d'avoir des appareils qui tournent avec une vitesse de 1900 à 2000 tours à la minute.

Dans ces conditions, les précipités adhèrent suffisamment au fond du tube pour que, par simple décantation des liquides surnageant, on n'entraîne aucune parcelle de précipité.

Les recherches que nous avons entreprises sur la composition des chocolats, chocolats au lait, etc., nous ont obligés à faire une étude complète des cacaos.

Nous avons constaté que les différents cacaos qui se trouvent dans le commerce n'offraient pas de grandes variations de composition. Les chiffres qui suivent représentent la composition moyenne des principaux cacaos :

			Traitement à l'eau. — Cacao dégraissé et sec		Traitement par le mélange eau-alcool et éther. — Cacao dégraissé et sec	
Humidité.	Cendres.	Matières grassses.	Insoluble.	Soluble.	Insoluble.	Soluble.
3,11	3,19	54,37	32,85	9,67	31,65	10,98
			42,52		42,63	

Tous les dosages ont été obtenus en épuisant successivement les cacaos par l'éther et l'eau à l'aide du centrifugeur. L'épuisement total de la matière grasse demande à peine une demi-heure tandis qu'avec les méthodes habituelles il ne faut pas moins de 7 à 8 heures.

Épuisement au centrifugeur.

Éther sulfurique.	pour 100.	Sulfure de carbone.	pour 100.	Éther de pétrole.	pour 100.	Appareils Soxhlet.
1er épuisement.	50,3	1er épuisement.	49,6	1er épuisement.	49,6	»
2e »	4,1	2e »	4,3	2e »	4,3	54,00
3e »	0,1	3e »	0,2	3e »	0,1	»
Total...	54,5	Total...	54,1	Total...	54,0	

On voit que, déjà après le premier épuisement et en quelques minutes, on enlève les $\frac{95}{100}$ de la matière grasse.

En étudiant les chiffres fournis par la composition moyenne des cacaos on voit que l'on peut obtenir des coefficients qui sont susceptibles de donner des indications utiles sur la constitution d'un cacao à examiner.

Pour doser tous les éléments d'un chocolat on centrifuge successivement : 1° par l'éther pour avoir la matière grasse et 2° par l'eau qui donne une solution renfermant le sucre que l'on dose par les méthodes habituelles. Nous ferons remarquer qu'il n'y a pas lieu de tenir compte du volume occupé par l'insoluble du cacao, de sorte que toutes les formules plus ou moins pratiques de MM. Carles, Gonnermann, etc. restent sans emploi.

En se servant des coefficients dont nous parlons plus haut on obtiendra, avec le résidu des deux opérations ci-dessus, la quantité de cacao, ainsi que le rapport qui existe entre le cacao dégraissé et l'insoluble.

On pourra enfin, par un examen microscopique de ces résidus, déterminer la pureté du cacao. L'analyse des chocolats au lait formés de cacao, de sucre et de lait desséché nécessite l'emploi d'une solution de phosphate trisodique à $\frac{1}{1000}$ pour maintenir la caséine en solution; ce traitement se place après l'épuisement de la matière grasse, les autres opérations se font d'après les procédés ordinaires et ne présentent aucune difficulté.

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode d'analyse rapide du lait.*

Note de MM. **F. Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

Jusqu'ici on a proposé beaucoup de méthodes pour faire l'analyse des laits, mais aucune ne donne rapidement et sûrement la composition complète d'un lait.

Avec les unes on ne dose qu'une partie des éléments, avec les autres on

dose tous les éléments du lait, mais l'analyse demande souvent 2 jours et, la plupart du temps, on est obligé de doser la caséine par différence, à cause de l'incertitude des méthodes employées.

Dans la méthode que nous exposons, nous avons recherché, en outre de l'exactitude, la rapidité et la simplicité des opérations en nous servant des appareils à centrifuger.

On verse goutte à goutte 10^{cm^3} de lait dans un tube en verre taré contenant une solution composée d'alcool à 65° acidifié par l'acide acétique.

On laisse reposer pendant quelques instants puis on centrifuge. Après décantation, on relave le précipité en le délayant dans 30^{cm^3} d'alcool à 50°. On centrifuge à nouveau et l'on décante. Les liquides ainsi obtenus sont recueillis et l'on dose le lactose par la liqueur de Fehling.

L'extraction du beurre se fait sur le précipité provenant de l'opération précédente. On fait deux épuisements en ajoutant d'abord 2^{cm^3} d'alcool à 96°, puis 30^{cm^3} d'éther ordinaire. On centrifuge chaque fois pendant quelques minutes et l'éther est recueilli dans un vase taré à l'effet d'y être évaporé et l'on pèse le beurre après dessiccation.

Il ne reste plus, dans le tube du centrifugeur, que la caséine en poudre fine qui se dessèche rapidement à basse température. On la pèse dans le tube même du centrifugeur qui a été taré préalablement.

On complète tous ces dosages en faisant les cendres sur 10^{cm^3} de lait.

Ce procédé d'analyse supprime toutes les filtrations et tous les épuisements, ainsi que la dessiccation longue et fastidieuse de la caséine. Une seule prise d'essai permet de faire tous les dosages dans le même tube par épuisement et précipitation successifs. Enfin, il suffit de très peu de lait pour en faire l'analyse.

On pourra employer cette méthode pour analyser les laits qui arrivent si souvent caillés au laboratoire. On devra alors évaluer le volume de l'échantillon, séparer ensuite au centrifugeur le caillé du petit-lait et faire l'analyse complète sur chaque partie. On évitera alors l'emploi d'antiseptiques pour la conservation des laits soumis aux analyses légales.

PHYSIQUE. — *Avertisseur de la presence des gaz d'éclairage ou du grisou.* Note de MM. **Hauger** et **Pescheux**, présentée par M. Lippmann.

Cet appareil se compose d'une balance de précision très sensible portant à l'une des extrémités du fléau un récipient contenant de l'air normal, équilibré à l'autre extrémité par un plateau de même surface lorsque l'air ambiant est dans les conditions normales de respirabilité.

Si l'air change de composition, sa densité se modifie suivant la proportion de gaz mélangée.

Dans ce cas, l'air contenu dans le récipient étant invariable parce que son étanchéité absolue empêche l'intrusion du mélange à l'intérieur, l'équilibre se trouve rompu.

Si les éléments étrangers sont plus légers que l'air, le récipient entraîne le fléau dans le sens de sa chute, et inversement quand le mélange est plus dense; l'instrument ainsi influencé, en cas de danger, plonge une aiguille dans un godet de mercure et ferme un circuit électrique actionnant une sonnerie ou tout autre appareil, même à distance, ce qui, pour les mines, peut être d'une grande utilité, et, pour les locaux privés, peut à volonté mouvoir un déclenchement ouvrant un châssis de fenêtre et provoquer, de façon automatique, simplement l'avertissement de la sonnerie ou l'aération par châssis mobile et sonnerie simultanée.

L'aiguille, réglable à volonté, peut ainsi donner le degré de sensibilité que l'on veut obtenir suivant la proportion du mélange.

Pour neutraliser les influences atmosphériques de pression et de température, nous avons établi sur le fléau deux compensateurs, l'un corrigeant les variations de pression composé d'un anéroïde agissant sur un levier multiplicateur déplaçant longitudinalement une tare mobile (cavalier glissant sur un fil).

Les influences thermiques sont compensées par une spirale bi-métallique actionnant de même un levier et agissant de même manière sur un cavalier mobile. Ces instruments, réglés sous cloche et en étuve, sont ainsi invariables aux diverses pressions et températures.

PHYSIQUE. — *Luminescence de l'acide arsénieux.* Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Haller. (Extrait.)

La cristalloluminescence de l'acide arsénieux, étudiée par Rose, se produit comme l'a reconnu Baudrowski avec toutes les variétés d'acide arsénieux et ne dépend que de la concentration de la liqueur en HCl; la luminescence serait due à un phénomène chimique correspondant à la réaction réversible

$$As^2O^3 + 6HCl \rightleftarrows 3H^2O + 2AsCl^3.$$

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension.* Note de MM. **J. de Kowalski** et **P. Joye**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note présentée antérieurement à l'Académie des Sciences par l'un de nous sur l'arc électrique à haute tension jaillissant entre électrodes métalliques, on démontrait qu'il existait un certain accord entre les expériences et la théorie de M. Stark.

D'après M. Stark, l'arc électrique commence à se produire au moment où la température de la surface de la cathode est assez haute pour produire une sorte d'évaporation du métal de la cathode. On pouvait donc s'attendre à ce que l'aspect du spectre lumineux de l'arc influencé par les vapeurs métalliques fût différent du spectre aux environs de l'anode. Il était aussi intéressant d'étudier l'influence qu'aurait l'intensité du courant dans l'arc sur l'aspect de ce spectre.

Nous avons entrepris dans ce but de nouvelles expériences dont nous avons l'honneur de présenter les résultats, qui ont confirmé toutes nos prévisions.

Nous avons obtenu des photographies qui montrent un spectre à bandes dues surtout aux vapeurs nitreuses qui se forment dans l'arc, mais du côté de la cathode on remarque, en outre, de fortes lignes dues au métal formant la cathode.

Ces lignes apparaissent seulement à la cathode. Nous l'avons vérifié en inversant le courant.

La longueur de ces lignes dépend de l'intensité du courant. A une certaine intensité les lignes correspondant au métal traversent toute la hauteur du spectre, elles sont en même temps élargies du côté de la cathode. L'étude de ces *lignes coupées* nous paraît très intéressante. Les métaux que nous avons observés étaient le cadmium et le zinc.

Pour le cadmium nous avons trouvé les lignes suivantes :

5086	3466 } double.
4800	3467 }
4678	3404
3610 } double.	3261
3613 }	

Pour le zinc les lignes suivantes :

4811	3303 double.
4722	3282
4680	2075
3345 double.	

Or ces lignes se trouvent être les mêmes que M. de Watteville avait trouvées dans son remarquable travail sur les spectres des flammes. Elles sont identiques avec les lignes caractéristiques pour le spectre des métaux évaporés dans le cône de la flamme. Nous tenons à faire remarquer que la ligne 3282 qui est très faible dans la flamme apparaît d'une manière nette dans notre spectre.

Ce fait démontre donc définitivement l'existence des vapeurs métalliques aux environs de la cathode et cela dans un état et à une température analogues à ceux qu'on trouve dans le cône d'une flamme à gaz.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode simple pour l'étude des étincelles oscillantes.* Note de M. G. A. Hemsalech, présentée par M. Lippmann.

Le principe de la méthode est basé sur le fait déjà connu, à savoir qu'un courant d'air dirigé sur une étincelle oscillante peut séparer les oscillations les unes des autres. Ainsi beaucoup de physiciens, notamment Lehmann (1), Klingelfuss (2) et Zehnder (3), ont pu démontrer les oscillations électriques. Mais leurs méthodes ne permettent pas d'effectuer des mesures à cause de de l'instabilité du phénomène. Or j'ai réalisé un dispositif qui permet d'étudier les oscillations avec quelque précision, de mesurer leur fréquence et même de photographier le spectre d'une oscillation quelconque.

Deux électrodes en forme de plaques, en cuivre, A et B (*fig.* 1), d'environ 8^{mm} d'épaisseur, ayant chacune un des bords cunéiforme et aiguisé, sont placées l'une en face de l'autre de telle sorte que les bords cunéiformes soient dans un même plan et légèrement inclinés l'un par rapport à l'autre. A la surface supérieure de chacune des électrodes et près du bord cunéiforme sont vissées des plaquettes *a* et *b*. Celles-ci servent à serrer et à maintenir en position deux fils de platine. Ces fils, qui jouent un rôle capital dans notre dispositif, sont fixés de manière à dépasser légèrement les bords aiguisés de A et B; la distance entre eux est de 3^{mm} environ. Le courant d'air qui sort de l'orifice (diamètre 3^{mm}) d'un tube de verre placé à une distance de 3^{mm} à 6^{mm} au-dessus des électrodes, parcourt l'espace libre entre les bords cunéiformes. Il est très important que le courant d'air reste constant.

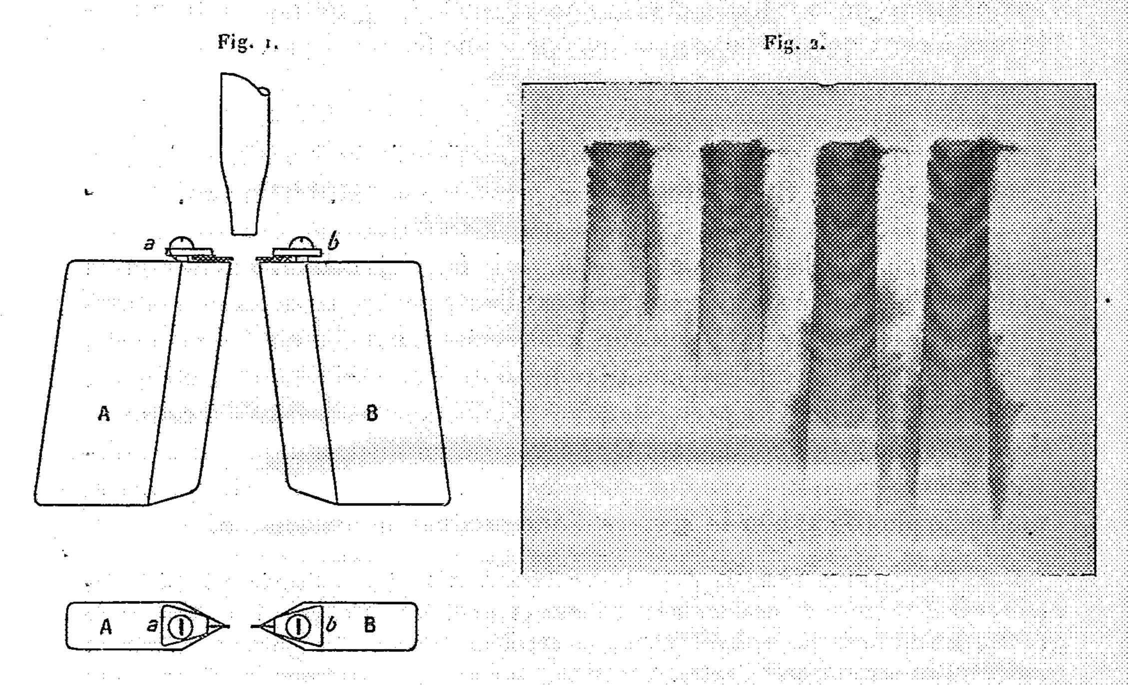
Dans nos expériences l'étincelle oscillante est produite par la décharge d'un condensateur de plaques à travers une self-induction. Le condensateur

(1) O. Lehmann, *Die elektrischen Lichterscheinungen*, p. 240.
(2) Klingelfuss, *Drude's Annalen*, t. V, 1901, p. 837.
(3) L. Zehnder, *Ibid*, t. IX, 1902, p. 899.

est en dérivation sur un transformateur Rochefort, actionné par un interrupteur Gaiffe. Le nombre d'étincelles par seconde était généralement de 20 à 30.

Sans le courant d'air l'étincelle éclate entre les fils de platine et aucune oscillation n'est visible. Lorsqu'on fait passer un courant d'air suffisamment fort on voit l'étincelle se décomposer en ses différents constituants. Si le

Fig. 1. Fig. 2.



courant d'air est constant le phénomène devient très net et immobile. On peut alors à l'aide d'une loupe l'étudier à l'aise. On aperçoit d'abord un trait de feu fin, brillant et rectiligne, qui relie les fils de platine : c'est *la décharge initiale*.

Au-dessous de ce trait droit on voit une série de traits plus larges, curvilignes, moins lumineux et de couleur rose violacée : ce sont *les oscillations*; elles éclatent entre les bords aiguisés de A et B. Nous avons pu obtenir jusqu'à 16 oscillations, mais les 6 à 10 premières seules sont immobiles et régulières. Au voisinage d'un des fils de platine on voit une traînée de vapeur de platine assez brillante. Les surfaces des bords cunéiformes sont sillonnées çà et là de lueurs violacées très prononcées ayant des formes très nettes de ramifications; ces lueurs constituent la *gaine négative*.

La figure 2 est la reproduction d'une photographie d'une série d'étin-

celles oscillantes obtenue avec (de gauche à droite) 1, 2, 3 et 4 plaques condensatrices; la capacité de chacune était de 0,0008 microfarad; la self-induction, restée constante pour cette série: 0,042 henry; la vitesse du courant d'air : 36 mètres-seconde; temps de pose : $\frac{1}{2}$ seconde; l'agrandissement de la planche : 2,5 fois environ. Les décharges initiales sont en haut de la figure.

Nous donnerons ultérieurement les résultats de l'examen spectroscopique; qu'il suffise pour le moment de dire que la décharge initiale donne le spectre de lignes de l'air et les oscillations les spectres de bandes de l'azote. La vapeur métallique ne semble pas participer au transport du courant électrique. La décharge initiale qui éclate entre les fils de platine ionise l'air compris entre eux. Cet air ionisé est entraîné par le courant et sert comme pont conducteur aux oscillations qui suivent.

Il est absolument nécessaire que les décharges initiales de toutes les étincelles successives éclatent toujours entre les fils de platine; c'est alors seulement que les oscillations respectives se superposent exactement et que l'œil a l'impression d'un phénomène immobile et continu.

Avec ce même dispositif nous avons également obtenu les intermittences et la bande lumineuse de l'étincelle continue de Feddersen.

La vitesse du courant d'air reste à peu près uniforme jusqu'à une distance de 10^{mm} à 12^{mm} de l'orifice. De nos mesures il résulte que la fréquence des oscillations comprises dans cet espace est de 27400 par seconde pour une plaque condensatrice; elle varie pour 2, 3 et 4 plaques comme l'inverse des racines carrées de ces nombres; le phénomène observé est donc conforme à la théorie. Nous avons vérifié l'ordre de grandeur de cette valeur de la fréquence à l'aide de nos expériences antérieures ([1]).

L'inclinaison des oscillations par rapport à la direction du courant d'air nous permet de mesurer la vitesse des particules de l'azote qui transportent le courant électrique (ions). Pour une fréquence d'oscillations de 27400, cette vitesse est de 29 mètres-seconde; elle *diminue avec l'augmentation de la capacité et elle est directement proportionnelle à la fréquence d'oscillations.*

Les détails seront publiés ultérieurement.

([1]) A. Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 917; voir aussi *Thèses de Doctorat*, p. 15-19, Paris, 1901.

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode et appareil de dosage dans les applications médicales de l'électricité statique.* Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

Malgré les services que l'électricité statique a déjà rendus à la Médecine, cette branche de la Thérapeutique ne possède encore ni méthodes, ni appareils de dosage. Le type de machine statique employée, le nombre et le diamètre de ses plateaux, leur vitesse de rotation, la longueur d'étincelle obtenue, etc., ne constituent que des renseignements indirects et très insuffisants, et l'on a pu dire justement que la *franklinisation* se donne encore à des doses inconnues.

J'ai essayé de combler cette lacune, en proposant aux électrothérapeutes une méthode et un appareil de dosage précis, fondés sur la considération de la *densité électrique*.

Étant donné qu'un sujet isolé, et mis en communication avec une machine électrostatique, se trouve recouvert d'une couche d'électricité en équilibre mobile, c'est-à-dire constamment renouvelée en proportion même de ses fuites, de manière à conserver ses épaisseurs constantes, tant que les causes de fuite et l'alimentation sont elles-mêmes constantes, il est évident que l'épaisseur de cette couche électrique, autrement dit la *densité électrique* en un point bien défini, doit constituer le facteur principal qui détermine les effets physiologiques et thérapeutiques obtenus dans le bain statique; ce facteur est d'ailleurs simultanément fonction des causes de fuites et des constantes d'alimentation, c'est-à-dire du potentiel et du débit de la source.

Cette densité n'est pas une constante générale pour toute la surface électrisée; c'est une constante locale, c'est-à-dire qui n'aura de signification précise qu'autant qu'elle sera prise sur une région bien définie, et de préférence au centre d'une surface plane suffisamment étendue : la face dorsale ou palmaire de la main tendue remplit pratiquement ces conditions.

J'ai reconnu que la densité ainsi mesurée, quand on emploie une bonne machine électrostatique de dimensions moyennes, était de l'ordre de grandeur d'un petit nombre d'unités C.G.S. de quantité d'électricité, par exemple 10 unités C.G.S. par centimètre carré.

Telle est donc l'unité même qu'il convient de prendre dans la pratique médicale

Comme cette unité n'a pas encore reçu des physiciens de nom particulier et qu'il serait fort incommode, dans l'usage journalier, de l'appeler *un tiers de millimicrocoulomb*, je propose de lui donner le nom de FRANKLIN. Ce nom est d'autant mieux indiqué que l'emploi médical de l'électricité statique a déjà reçu le nom de *franklinisation*.

On dira donc que l'unité C.G.S. d'électricité est le *franklin* et que le *coulomb* vaut 3×10^9 franklins. On dira qu'un bain électrostatique est *à la dose de* 10 *franklins* lorsque la densité électrique, mesurée sur la face dorsale de la main tendue, est de 10 franklins par centimètre carré.

Pour appliquer cette méthode, j'ai réalisé un *électro-densimètre* (¹) composé d'un électromètre et d'un disque d'épreuve, combinés de manière à donner, d'une façon sûre et précise, la densité en franklins par centimètre carré, sur la région explorée.

L'électromètre, à feuille d'aluminium mobile, est caractérisé essentiellement par les dispositifs suivants :

1° Une capacité variable, et par suite réglable à une valeur donnée, grâce à deux plateaux parallèles dont l'un fixe et isolé, porte la feuille mobile, et dont l'autre peut se rapprocher plus ou moins du premier jusqu'à ce que la capacité de l'appareil soit exactement de 10^{cm} pour un angle de divergence de 45°;

2° Un cylindre récepteur terminant à sa partie supérieure le système isolé, et dans lequel on peut intégralement transférer les charges à mesurer.

3° Un système de graduation assurant à l'œil nu la lecture précise des angles de divergence au demi-degré près, grâce à l'emploi (qui m'a déjà servi dans mon viseur stadimétrique pour la photographie, 1897) de cadres d'alignement qui obligent l'œil à se placer sur l'intersection de deux plans rectangulaires, et, par cela même, sur un axe de visée qui passe exactement par le centre d'un quadrant divisé et par l'axe de rotation de la feuille mobile; la division en degrés est doublée d'une division donnant en franklins les densités cherchées.

4° Un disque d'épreuve soigneusement isolé, mais en même temps protégé par un cylindre métallique d'où il peut sortir par le jeu d'un ressort, soit pour effectuer le contact d'épreuve, soit pour transférer intégralement sa charge à l'électromètre.

L'appareil ainsi réalisé, et accompagné de sa courbe de voltage, peut servir non seulement au dosage électro-médical, mais aussi aux diverses mesures de laboratoire en électricité statique.

(¹) Alvergniat, Chabaud-Thurneyssen, constructeurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mode de formation de quelques dérivés monosubstitués de l'uréthane.* Note de M. **F. Bodroux**, présentée par M. Troost.

Quand on fait tomber par petites portions du carbonate neutre d'éthyle dans de l'éther, tenant en dissolution ou en suspension le dérivé magnésien d'une amine aromatique primaire, il se produit une vive réaction. Celle-ci cesse au bout de quelques instants.

Avec l'aniline, le résultat de l'opération est la phényluréthane, dont la formation est exprimée par les équations suivantes :

$$\begin{matrix} C^6H^5-NH-Mg-I \\ C^6H^5-NH-Mg-I \end{matrix} + CO\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} = C^6H^5-NH-\overset{\displaystyle NH-C^6H^5}{\underset{\displaystyle O-Mg-I}{C}}-OC^2H^5 + Mg\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown I\end{matrix};$$

$$C^6H^5-NH-\overset{\displaystyle\diagup\,\boxed{NH-C^6H^5\ H}\diagdown}{\underset{\displaystyle O-\boxed{Mg-I\quad H}\diagup}{C}}-OC^2H^5+\boxed{O} = C^6H^5-NH^2+C^6H^5-NH-COOC^2H^5.$$

Une des fonctions éther-sel du carbonate d'éthyle étant respectée dans cette réaction, j'ai varié le mode opératoire. Au lieu d'agir à la température du laboratoire, j'ai porté l'éther à l'ébullition :

1° Pendant plusieurs heures après l'introduction du carbonate d'éthyle;

2° Pendant l'introduction du réactif, en effectuant celle-ci goutte à goutte et très lentement.

Dans ces conditions le rendement en phényluréthane augmente ; de 50 pour 100 il passe à 80 pour 100, mais, en même temps, il y a formation d'une petite quantité de diphénylurée symétrique

$$3C^6H^5-NHMgI + CO\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} = C^6H^5-NH-C\begin{matrix}\diagup NH-C^6H^5 \\ -NH-C^6H^5 \\ \diagdown OMgI\end{matrix} + 2Mg\begin{matrix}\diagup OC^2H^5 \\ \diagdown I\end{matrix},$$

$$C^6H^5-NH-C\begin{matrix}\diagup NH-C^6H^5 \\ -\ \boxed{NH-C^6H^5+\quad H} \\ \diagdown O\,\boxed{MgI\qquad H-O}\end{matrix}$$

$$= C^6H^5-NH^2 + Mg\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown I\end{matrix} + CO\begin{matrix}\diagup NH-C^6H^5 \\ \diagdown NH-C^6H^5\end{matrix}.$$

Le carbonate neutre d'éthyle ne réagit pas sur le dérivé magnésien de l'ammoniac : les toluidines ortho et para, la β-naphtylamine se comportent au contraire comme l'aniline et j'ai obtenu avec un assez bon rendement les uréthanes correspondantes.

BOTANIQUE. — *Pétales inversés du* Cheiranthus Cheiri *L. var.* λ-gynantherus *DC et fausse cloison des Crucifères.* Note de M. C. GERBER, présentée par M. Alfred Giard.

On sait que les fleurs du *Cheiranthus Cheiri* L. var. λ-*gynantherus* DC se distinguent de loin des fleurs normales du Violier. Les pétales sont épais, vert pâle et non minces, jaune brun comme dans ces dernières; ils sont en lames étroites, lancéolées, planes, ou chiffonnés, repliés en divers sens sur eux-mêmes, appliqués contre la colonne stamino-carpellaire par les sépales qui les cachent plus ou moins, et non à limbe largement étalé comme dans le type normal; enfin, la face tournée vers le calice est presque dépourvue de glandes et de poils qui, au contraire, sont assez abondants sur la face regardant l'axe; c'est l'inverse qui se remarque chez les sépales correspondants et chez l'onglet des pétales des fleurs normales; aussi est-on porté à les considérer comme des pétales inversés, présentant la face ventrale vers l'extérieur et la face dorsale vers l'intérieur.

C'est ce que l'anatomie confirme en révélant, dans leur onglet, une méristèle à système libéroligneux renversé, c'est-à-dire à bois externe et à liber interne.

Si, d'autre part, on examine le calice, on remarque que les deux sépales médians présentent ordinairement, à une certaine hauteur, soit deux pointes, soit deux lobes latéraux; quelquefois, ces quatre lobes sont remplacés par quatre sépales petits, alternant avec les quatre sépales normaux, et par suite superposés aux pétales inverses.

L'anatomie montre que : pointes, lobes latéraux des sépales médians, sépales supplémentaires diagonaux, appartiennent à la corolle.

Si, en effet, on pratique une série de coupes transversales à partir de la région où les quatre mériphytes calicinaux ont abandonné le cylindre central, on voit ce dernier présenter quatre hernies libéroligneuses diagonales; ces hernies deviennent bientôt des demi-circonférences, puis se détachent de la stèle et se dirigent, à travers l'écorce, à la périphérie, en rabattant vers l'intérieur leurs arcs latéraux jusqu'à ce que ces derniers se rejoignent; il en résulte la formation de quatre pseudostèles diagonales.

Un peu plus haut on voit chaque pseudostèle se couper en deux grands arcs libéroligneux : l'un externe, l'autre interne, grâce au départ de deux petits faisceaux latéraux qui innerveront les bords des deux sépales normaux voisins.

L'arc externe a ses éléments normalement orientés (bois interne, liber externe); il innervera le petit sépale diagonal ou le lobe correspondant du sépale normal médian.

L'arc interne a ses éléments renversés (bois externe, liber interne); il innervera l'onglet du pétale qui ne tarde pas à se détacher du faux sépale diagonal et contient une méristèle inverse [1].

Nous avons déjà rencontré ailleurs des méristèles renversées [étamines carpellisées de la Giroflée [2], fausse cloison de toutes les Crucifères [3]], et chaque fois nous avons constaté la présence d'ovules. Rien donc d'étonnant à ce que les bords des pétales inversés que nous étudions portent parfois des ovules, ainsi que Duchartre l'a signalé.

D'autre part, l'évolution du système libéroligneux des carpelles placentaires des Crucifères [4] est identique à celle du système libéroligneux du phyllome pétalique (pétale inversé + faux sépale diagonal) : même phase pseudostèle; même départ de deux petits faisceaux latéraux allant innerver les bords des deux feuilles voisines (carpelles valves); même division de la pseudostèle en une méristèle externe normale (occupant la région de la paroi ovarienne superposée à la fausse cloison) et une méristèle interne, renversée (occupant la périphérie de la fausse cloison). Nous sommes donc amenés à considérer le carpelle placentaire et la région périphérique correspondante de la fausse cloison comme constituant un phyllome semblable au phyllome pétalique du *Cheiranthus Cheiri* L. var. *λ-gynantherus* DC. De même que le pétale inversé est une ramification (dédoublement si l'on préfère) du pseudosépale superposé, ramification se produisant perpendiculairement à son plan, de même, la région périphérique de la fausse cloison est une ramification (dédoublement si l'on préfère) du carpelle placentaire superposé, se produisant perpendiculairement à son plan.

Quant à la fausse cloison, elle résulte de la concrescence, soit directement entre eux, soit par l'intermédiaire de ce qui reste de l'axe floral, des deux lobes

---

(1) Parfois l'onglet pétalique se ramifie lui-même et engendre plusieurs pétales qui reçoivent leur système libéroligneux de la méristèle renversée; il se produit en un mot des fleurs doubles particulières par un processus comparable à celui que nous avons décrit dans le type normal (*Réunion biologique de Marseille*, 11 avril 1905).

(2) *Comptes rendus*, 18 juillet 1904.

(3) *B. Sc. Fr. et Belg.*, t. XXXIII.

(4) *B. Soc. bot. Fr.*, t. XLVI, p. XVII et XVIII, fig. 2, 3, 4, 5.

carpellaires fertiles inverses ainsi définis. Ainsi se trouve confirmée une fois de plus la théorie carpellaire de la fausse cloison des Crucifères que nous soutenons depuis plusieurs années.

Il est vrai que la ramification ou le dédoublement ne frappe, dans le carpelle placentaire, que le système libéroligneux; il n'est pas suivi de la constitution de deux pièces distinctes, comme dans le cas du phyllome pétalique; mais il y a peut-être à cela une raison mécanique : l'absence de place.

On peut, pour tenir compte de cette différence, modifier légèrement la théorie précédente et dire que *la fausse cloison est constituée par la concrescence des deux carpelles placentaires avec ce qui reste de l'axe floral (tissu parenchymateux le plus généralement), concrescence se produisant dans la portion de la région de la nervure médiane de ces feuilles carpellaires qui contient les faisceaux inverses.*

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse minéralogique des terres arables.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. Maquenne.

Dans son *Cours d'Agriculture* (t. I, p. 301) de Gasparin rapporte qu'ayant examiné au microscope les éléments d'une terre du *Bordelet*, après les avoir séparés en trois lots par des lévigations successives, il y constata la présence du quartz, du feldspath, des micas, des grenats, de l'olivine, de la calcite et de la plupart des minéraux constitutifs des roches éruptives. C'est le premier exemple d'analyse microscopique des sols qui soit à notre connaissance.

Les récents travaux effectués par MM. Delage et Lagatu confirment de tous points les observations précédentes et montrent de quelle utilité peut être l'analyse minéralogique pour les études d'agrologie.

Ces déterminations *qualitatives* fournissent évidemment des renseignements précis sur l'origine de la terre arable; mais, quand on veut savoir dans quel rapport les *minéraux originels* varient d'une terre à l'autre ou d'un sable à l'autre, il faut de toute nécessité en déterminer exactement le poids : l'analyse minéralogique *quantitative* devient alors indispensable.

Je me propose, dans cette Note, d'exposer la méthode de séparation que j'ai adoptée pour mes recherches. Elle comprend deux séries d'opérations qui ont pour objet : la première, d'isoler les éléments originels, les sables non encore altérés par les agents chimiques; la seconde, de séparer les espèces minérales que ces éléments contiennent en diverses proportions.

a. Séparation des composants sableux. — Le sable grossier et le sable fin, tels qu'on les obtient actuellement par la méthode d'analyse physique, ne sont jamais purs; chaque grain sableux se trouve recouvert d'un enduit colloïdal, humo-argileux, très riche en composés ferriques, qui résiste énergiquement à l'action désagrégeante de l'eau. Pour détruire ce revêtement protecteur, pour *décaper* les particules terreuses, j'utilise avantageusement l'*acide oxalique*. Voici, du reste, l'ordre des traitements successifs qui permettent d'obtenir des sables d'une remarquable pureté. Je prends un poids connu de terre fine et sèche; si les débris végétaux y sont abondants, je les élimine préalablement en triturant la matière dans une solution de nitrate de calcium (à 60 pour 100) ayant une densité supérieure à celle de l'humus. Cela fait, je procède au décapage : le résidu terreux est attaqué lentement, à l'ébullition, par une quantité d'acide oxalique telle qu'il reste encore, après la décomposition du calcaire [1], une partie d'acide pour 10 parties environ de terre. On prolonge l'attaque, au bain de sel, pendant 1 heure au moins; on filtre et on lave le résidu à l'eau azotique (pour entraîner l'oxalate de calcium) puis à l'eau distillée. La terre est ensuite recueillie soigneusement et mise en digestion, un jour ou deux, dans une solution ammoniacale : l'ammoniaque dissout les substances humiques. Les éléments sableux ou silicatés sont séparés au centrifugeur : l'argile reste en suspension, tandis que les sables se rassemblent dans le bas. A la vitesse de 1000 tours, une demi-heure de rotation suffit en général pour une bonne séparation; on décante le liquide boueux, on le remplace par de l'eau ammoniacale et l'on recommence plusieurs fois la séparation jusqu'à ce que le liquide, après turbinage, soit d'une limpidité parfaite. Les matières sableuses, privées ainsi de toute trace d'argile, sont recueillies, séchées et pesées; on peut les calciner modérément et les peser de nouveau pour voir si les substances organiques ont été complètement éliminées. Il est facile, ensuite, de classer les sables purs par ordre de finesse en les tamisant.

b. Séparation des espèces minérales. — Pour déterminer la proportion de mica, de feldspath, de quartz ou de toute autre espèce minérale existant dans une roche donnée, on a conseillé l'emploi de solutions de densités intermédiaires, soit la liqueur de Thoulet (iodure mercurique dissous dans l'iodure de potassium), soit de l'iodure de méthylène dont on modifie le poids spécifique en y ajoutant du xylène en quantité convenable. Je me sers de la même méthode, en m'aidant encore du centrifugeur.

Après avoir pulvérisé convenablement les sables grossiers, j'en prélève 1^g ou $0^g,5$, que j'introduis dans le tube du centrifugeur, d'abord avec le liquide le plus dense (2,8), de façon à séparer les *éléments ferro-magnésiens*; les minéraux plus légers qui se rassemblent à la surface passent successivement dans les solutions de densité décroissante. Si l'on veut bien isoler les espèces minérales, il faut centrifuger deux ou trois fois de suite, avec chaque solution, en ayant soin de désagréger ou d'immerger chaque fois les matériaux légers qui pourraient entraîner, dans leur ascension rapide, des éléments plus lourds. Une rotation de 10 minutes suffit ordinairement pour les séparations; les produits qui tombent au fond de chaque solution sont recueillis, lavés, séchés

---

(1) On pourrait, à la rigueur, détruire le calcaire préalablement avec les acides minéraux, comme pour l'analyse physique du sol, et ne faire le décapage que sur le résidu sablo-argileux; c'est pour éviter un lavage pénible que nous opérons autrement.

et pesés. Il convient de s'assurer toujours de leur pureté par un examen microscopique; si la séparation laissait à désirer, on la recommencerait en modifiant un peu la densité des liquides ou en pulvérisant plus finement les matériaux recueillis.

On arrive facilement, après quelques tâtonnements inévitables, à de bons résultats. C'est ainsi que la séparation du quartz et du feldspath orthose, qui est pourtant une des plus délicates que j'aie rencontrées jusqu'ici, peut se faire de façon très convenable de cette manière ([1]).

Il me reste à indiquer maintenant les résultats que j'ai obtenus pour différentes roches et pour des sols formés sur place; ces résultats seront publiés prochainement.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Crustacés provenant des campagnes de la* Princesse-Alice (*filet à grande ouverture*). Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Bouvier.

Au cours de ses deux dernières campagnes scientifiques, S. A. S. le Prince de Monaco a fait usage d'un filet vertical, à grande ouverture, destiné à être descendu à une profondeur donnée, puis remonté avec toute la vitesse possible, de façon à capturer les organismes vivant aux différents niveaux de la colonne verticale qu'il parcourt.

Le modèle employé à bord de la *Princesse-Alice* est dû au D[r] J. Richard. Il consiste en un sac de toile d'emballage long de 6^m, suspendu à un cadre de fer horizontal de 3^m de côté.

Cette Note concerne seulement les Macroures Eucyphotes recueillis par le nouvel engin, et ne peut donner par suite qu'une idée approchée de son efficacité pour la capture des animaux bathypélagiques d'allures rapides :

Numéros des stations.	Sondes en mètres.	Colonne verticale explorée par le filet.	Espèces capturées.
1639		3000-0	*Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards.
1736		500-0	*Oodepus longispinus* Sp. Bate.
1768	3817	3000-0	*Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards.
»	»	»	*Pandalus* (*Stylop.*) *Richardi* n. sp.
1797	5422	2000-0	» » »

([1]) J'utilise avantageusement ces procédés de séparation pour l'analyse physique du sol.

Numéros des stations.	Sondes en mètres.	Colonne verticale explorée par le filet.	Espèces capturées.
1797	5422	2000-0	*Oplophorus Grimaldii* n. sp.
»	»	»	*Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards.
1834	1440	1000-0	*Hymenodora parva* n. sp.
»	»	»	*Caricyphus acutus* n. sp.
»	»	»	*Periclimenes* sp.
1851	3410	3000-0	*Hymenodora parva* n. sp.
»	»	»	*Caricyphus bigibbosus* n. sp.
1856	3620	3250-0	*Acanthephyra purpurea* A. M.-Edwards.
»	»	»	*Acanth.* (*Systellaspis*) *debilis* A. M.-Edwards.

Jusqu'à présent, les *Acanthephyra*, les *Oplophorus*, les *Hymenodora*, les *Pandalus*, avaient été capturés à l'aide de nasses ou de chaluts, par des profondeurs pouvant dépasser 5000^m, mais toujours sur le fond. Le nouvel engin, en recueillant ces espèces à 2000^m au moins au-dessus de fonds semblables, établit de la façon la plus saisissante l'énorme distribution verticale que possèdent ces Crustacés. On voit aussi, par la présence simultanée, dans les captures, de ces espèces et d'animaux de surface tels que les *Oodepus* et les *Caricyphus*, que le filet à grande ouverture remplit parfaitement le but cherché.

Les résultats obtenus sont aussi des plus remarquables au point de vue des espèces nouvelles recueillies.

L'*Hymenodora parva* n. sp. est représentée par deux exemplaires un peu différents, de petite taille, rappelant d'assez près l'espèce du *Challenger H. rostrata* Sp. Bate, mais s'en éloignant par la denticulation plus serrée du rostre, le troisième pléosomite gibbeux et un peu épineux en arrière.

L'*Oplophorus Grimaldii* n. sp. est un magnifique Crustacé, facile à distinguer des autres espèces du genre par la forme du scaphocérite dont la pointe porte un prolongement interne récurrent. On ne trouve d'autre exemple de cette disposition que chez un Lophogastridé, *Ceratolepis hamata* G.-O. Sars, et l'on peut remarquer aussi que les épines du bord externe du scaphocérite, chez les *Oplophorus*, ne se retrouvent également que dans cette famille de Schizopodes (à part les *Thalassocaris* qui sont très probablement des larves d'Oplophores). De même que les *Acanthephyra*, les Oplophores portent des organes lumineux à la base des uropodes, des pléopodes, sur les pédoncules oculaires et, en plus, sur divers points de la carapace et des membres; le plus étendu de ces organes, en forme de bande transversale, occupe la base de la cinquième paire de pattes thora-

ciques. Les *Hymenodora parva* paraissent également porter de ces organes lumineux, au moins sur les ophtalmopodes.

Le Pandale de nouvelle espèce est remarquable par son rostre démesuré (trois fois le céphalothorax), très grêle et épineux, par le troisième pléosomite pourvu d'une épine médiane très étroite et par les pattes thoraciques relativement courtes. Celles de la première paire ne portent pas trace de pince didactyle. Cette dernière disposition étant de beaucoup la plus générale chez les Pandalidés, comme Caullery et, depuis, Calman, Borradaile l'ont fait remarquer, il me paraît nécessaire de réunir dans le sous-genre *Stylopandalus* les espèces dont la première paire se termine par une épine axiale.

C'est sur le *Pandalus* (*Stylopandalus*) *Richardi* que j'ai constaté pour la première fois les phanères en formes d'écailles caractéristiques de tous les Pandalidés (sauf peut-être de *Pandalina brevirostris* Rathke, parmi les espèces que j'ai pu étudier). Depuis, j'ai retrouvé les mêmes phanères chez les *Acanthephyra purpurea* et *pulchra*, ce qui augmente encore l'intérêt que présente ce singulier revêtement.

Le genre *Caricyphus* Sp. Bate a été fondé pour quelques formes, visiblement immatures, et du plus haut intérêt. D'après la formule branchiale et les appendices buccaux, il s'agit d'Hippolytidés voisins des genres *Hippolyte*, *Tozeuma*, *Caridion*, dont le carpe de la deuxième paire est pauci-articulé. Ces Crevettes sont remarquables par la persistance, non seulement des exopodites thoraciques, mais de plusieurs autres caractères primitifs, dont le plus singulier est la division en deux articles très distincts de l'endopodite sur les maxilles de la première paire, comme chez les Pénéides. Peut-être la forme définitive des organes se dessine-t-elle brusquement en quelques mues, après une existence embryonnaire très longue (*Car. bigibbosus* a plus de 30^{mm} du rostre au telson, taille que n'atteignent pas beaucoup d'adultes dans les genres comparables); peut-être s'agit-il aussi d'Hippolytidés devenant adultes sans perdre ces curieux caractères primitifs, parallèlement à leurs congénères qui suivent le mode ordinaire, beaucoup plus abrégé, de développement.

Le genre *Oodepus* Sp. Bate, fondé aussi sur des formes larvaires, me paraît bien se rapporter, comme l'a dit Salv. Lo Bianco, à des larves de Thalassinidés, et ne peut plus être conservé parmi les Eucyphotes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'excitation des nerfs par le minimum d'énergie; application à l'électrodiagnostic.* Note de M. Cluzet, présentée par M. Dastre.

J'ai déjà montré (¹) que la durée d'excitation de la décharge de condensateur qui correspond au minimum d'énergie est égale à $\frac{a}{b}$, a et b étant les coefficients de la formule de G. Weiss ($Q = a + bt$); en outre, j'ai montré que cette durée d'excitation est la même pour tous les nerfs sciatiques normaux de grenouille, quelles que soient les conditions expérimentales.

D'ailleurs, la formule donnant la durée d'excitation t d'une décharge de condensateur dont la capacité est C dans un circuit de résistance R devient pour le minimum d'énergie (*loc. cit.*)

$$t = 1,256\,\text{RC} = \frac{a}{b}.$$

De ce que $\frac{a}{b}$ est constant, il résulte que RC l'est aussi; c'est-à-dire que le produit de la résistance du circuit de décharge par la capacité donnant le seuil de l'excitation avec le minimum d'énergie est indépendant des conditions expérimentales pour tous les nerfs sciatiques normaux de grenouille.

Je n'ai employé dans mes expériences que *rana esculenta* mais on peut, au moyen des formules indiquées dans mes précédentes Notes, déduire la durée d'excitation par le minimum d'énergie, d'expériences faites, par certains auteurs, sur *rana temporaria* et, par d'autres, sur des grenouilles dont l'espèce n'est pas nommée; on obtient, dans la presque totalité des cas, une durée comprise entre 0,0007 et 0,00085 sec.

Des expériences faites sur les nerfs de l'homme et qui ont été publiées, on peut déduire, au moyen des formules que j'ai données (¹), la durée d'excitation par le minimum d'énergie; on trouve, à peu près constamment, des valeurs très voisines de 0,00020 sec.

Ces résultats sont utiles pour l'électrodiagnostic. On sait, en effet, qu'aucune méthode d'exploration employée jusqu'ici ne donne des résultats comparables entre eux. De ce que, notamment, deux nerfs différents

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 670, et t. CXXXVIII, p. 59.

pris sur deux personnes différentes présentent des réactions quantitatives différentes (variant souvent du simple au quintuple), on ne peut conclure exclusivement à une différence d'excitabilité : la différence peut être due à une différence de conditions expérimentales, de la résistance des tissus interposés par exemple.

La recherche des valeurs de $\frac{a}{b}$, durée d'excitation par le minimum d'énergie, donnera au contraire des résultats comparables entre eux, puisque cette quantité ne dépend que de l'excitabilité du nerf. La formule d'excitation par décharges de condensateur permet d'ailleurs de déterminer facilement a et b. En effet, b égale (*loc. cit.*) l'intensité du courant continu qui, après fermeture, détermine le seuil de la contraction musculaire, le voltage correspondant donne la valeur de la quantité bR, dont la connaissance est nécessaire. Pour avoir a il suffit de chercher le potentiel de charge V_0 qui donne, avec un condensateur de capacité C, le seuil de l'excitation et d'appliquer la formule

$$a = C\left[V_0 - bR\left(1 + \mathcal{L}\frac{V_0}{bR}\right)\right].$$

La détermination de b et de bR se fera donc en cherchant, comme d'habitude, l'intensité et le voltage qui donnent NFeS, on cherchera ensuite V_0, nécessaire à la détermination de a, en ajoutant à la suite de l'installation ordinairement employée une clé de Morse à 3 contacts ou une clé de Sabine et un condensateur.

Pour la précision de la méthode il faut prendre la capacité la plus petite que permettent d'employer l'état du nerf et le potentiel dont on dispose, de manière que V_0 soit aussi différent que possible de bR.

En opérant ainsi avec une capacité de 0,01 ou de 0,02 microfarad, j'ai obtenu, pour les nerfs facial, médian, cubital au poignet et au coude, sciatique poplité externe, pris sur 10 personnes adultes normales, des valeurs comprises entre 0,00018 et 0,00025 sec.

Il reste à savoir si les valeurs obtenues dans certains cas pathologiques diffèrent assez de la valeur moyenne normale 0,00020 pour rendre cette méthode utilisable en électrodiagnostic; les recherches que je poursuis actuellement me permettent d'espérer qu'il en sera ainsi.

PHYSIOLOGIE. — *Physiologie de la rate (fonction biligénique).* Note de MM. **Charrin** et **Moussu**, présentée par M. Dastre.

L'expérimentation permet d'éclairer, par des données précises, la question si discutée des rapports fonctionnels de la rate et du foie.

Au niveau du fond de la vésicule biliaire d'un chien on établit une fistule et, grâce à une série d'analyses, on fixe la teneur du liquide qui s'écoule en ses divers principes constituants.

Cette composition une fois déterminée, une ou deux semaines après l'établissement de cette fistule, on enlève la rate. Dès le lendemain et, plus encore, au bout de 4 à 6 jours, habituellement la bile se décolore partiellement; ses divers éléments deviennent moins abondants. — Voici, d'ailleurs, des moyennes dégagées de vingt analyses :

Bile de chien normal (sans fistule et non splénectomisé) :

Eau, *pour* 100 : 83,8. Extrait sec : 16,1. Matières minérales : 1,2. Matières organiques : 15 [1].

Bile de chien avec fistule, mais pourvu de rate :

Eau : 89. Extrait sec : 10. Matières minérales : 1,10. Matières organiques : 9.

Bile de chien avec fistule et dératé :

Eau : 96,40. Extrait sec : 3,20. Matières minérales : 0,60. Matières organiques : 2,70.

Quand, recueillant la bile au moment de l'opération, on supprime immédiatement la rate, on observe des modifications qui se produisent dans le même sens : 4 fois cette ablation a été faite 8 et 15 jours après la création d'une fistule ; chez 12 animaux elle a été pratiquée sans attendre.

En dehors des chiens, ces expériences ont porté sur 2 porcs et 3 lapins; bien que moins marqués, en particulier chez ces porcs, les résultats obtenus sont analogues.

Pour expliquer ces diminutions, on ne saurait invoquer une influence inhibitrice profonde de l'opération retentissant par voie nerveuse sur l'activité hépatique. S'il en était ainsi, vraisemblablement on constaterait ces modifications dès l'existence de ces fistules, sans attendre la suppression splénique; le premier choc serait probablement suffisant. D'autre part, quand les voies biliaires ne s'infectent pas, même après plusieurs semaines, la glande n'offre pas de lésion appréciable; elle semble parfaitement fonctionner et réagir. Si, en effet, on injecte, sous la peau ou dans le péritoine de ces animaux porteurs de fistule et privés de rate, un certain volume de

(1) Toutes les quantités sont rapportées à 100.

sang, on note, dans la pigmentation du liquide qui s'échappe par cette fistule, un relèvement plus ou moins accentué. — C'est sans doute à un mécanisme de cet ordre qu'il convient d'attribuer la lenteur relative enregistrée dans l'apparition de ces modifications biliaires. Au cours des opérations nécessitées par ces expériences, fatalement des hémorragies se produisent et, aussi bien que ces injections de sang, ces extravasations font que la cellule hépatique reçoit, dans des proportions variables, des matériaux, pigmentaires ou autres, propres à lui permettre de fabriquer des principes biliaires.

Ces données sont de nature à mettre sur la voie du mécanisme des phénomènes observés ou tout au moins à permettre une hypothèse. — D'après les travaux de Potier, de Barberi, de Morgenroth, de Jawein, etc., l'hémolyse s'effectue dans le parenchyme splénique, de préférence dans les couches périphériques et aux dépens des vieux globules. Grâce à cette hémolyse, des matières colorantes (hémoglobine), minérales (potasse, soude, fer), organiques (composants de l'albumine, etc.) se trouvent libérées. Dès lors, la veine splénique, qui, au lieu de se jeter dans le tronc cave plus rapproché et dont le courant est plus rapide, se rend à un réseau capillaire, peut transporter au foie tous ces produits, générateurs des substances biliaires.

Il nous paraît utile d'indiquer que, spécialement chez les sujets de nos expériences, la bile présente, dans sa composition, de nombreuses variations liées sans doute, en partie, à des influences nerveuses, circulatoires, alimentaires, etc. L'ancienneté de la fistule qui, parfois, retentit peut-être faiblement sur le foie, peut-être aussi le séjour du liquide dans l'intérieur de la vésicule, divers facteurs sont susceptibles d'agir sur cette composition. Des analyses pratiquées dans ces conditions montrent entre quelles limites se meuvent ces variations.

Variations de composition de la bile de chiens porteurs de fistule, mais non dératés : eau, 83,5 à 93,7 pour 100; extrait sec, 6,3 à 16,5 pour 100; matières minérales, 0,8 à 1,5 pour 100; matières organiques, 6,7 à 15 pour 100.

A l'état normal, on observe aussi des oscillations; mais, ordinairement, la richesse en ces différents produits est un peu plus considérable. Pour les chiens privés de rate, cette richesse fléchit, au contraire, bien davantage : les moyennes que nous avons données démontrent ces affirmations. Toutefois, quelque indiscutables que soient ces oscillations, elles ne sont, en général, jamais aussi prononcées que dans le cas d'ablation de la rate (1).

(1) Il n'est que juste de citer les beaux travaux de Pugliese, qui a vu l'influence

Ajoutons qu'à la longue les différences s'atténuent; des suppléances paraissent s'établir. Ajoutons également que, chez un lapin, pour être moins active, la simple ligature du pédicule splénique n'en a pas moins provoqué des effets comparables.

Désormais nos recherches nous autorisent à conclure que la rate exerce sur le foie une indéniable action; cette action, en dehors probablement des influences hématopoïétiques, anti-toxiques, martiales, etc., consiste essentiellement dans une fonction biligénique, dont l'importance est liée à celle de la bile elle-même.

PHYSIOLOGIE. — *Action du suc intestinal sur la sécrétion entérique.* Note de M. **Albert Frouin**, présentée par M. Dastre.

L'injection intra-veineuse de suc intestinal chez un animal porteur de fistules de Thiry provoque une sécrétion immédiate et abondante de suc intestinal.

Cette action excito-sécrétoire du suc ne semble pas devoir être rapportée à des ferments solubles. En effet, la substance qui fait sécréter n'est pas précipitée par l'addition de 4^{vol} d'alcool à 95°; elle n'est pas détruite par un chauffage de 10 minutes à 100°.

La liqueur de macération, appelée *sécrétine,* possède également ces deux caractères : solubilité dans l'alcool, résistance à l'ébullition; et, comme nous avons montré antérieurement que l'injection intra-veineuse de sécrétine provoque la sécrétion entérique [1], on pourrait supposer que c'est à elle que le suc intestinal doit son action sécrétoire.

Un certain nombre de faits prouvent qu'il n'en est pas ainsi. L'action excitante du suc intestinal sur la sécrétion entérique n'est pas due à la sécrétine.

Dans une expérience, l'injection intraveineuse de suc intestinal chez un animal por-

---

de la suppression de la rate sur les pigments biliaires. Toutefois, cet auteur n'a pas indiqué les changements de composition des divers autres principes de la bile et la teneur en pigment ne leur est pas toujours parallèle.

[1] C. Delezenne et A. Frouin, *La sécrétion physiologique du suc intestinal. Action de l'acide chlorhydrique sur la sécrétion duodénale* (*Soc. de Biol.,* 20 février 1904, t. LVI, p. 319).

teur de fistule duodénale, dont la sécrétion était de 8^{cm^3} en 7 heures, a provoqué la sécrétion de 19^{cm^3} en 1 heure. Contrairement à l'injection de sécrétine, l'injection intraveineuse de 5^{cm^3}, 10^{cm^3} ou 20^{cm^3} de suc intestinal chez un animal porteur d'une fistule temporaire du canal de Wirsung n'a aucune action sur la sécrétion pancréatique.

On doit donc conclure que le suc intestinal ne contient pas de sécrétine. D'ailleurs, l'addition de suc intestinal à une solution de sécrétine bouillie et neutralisée détruit cette substance. Le mélange est sans action sur la sécrétion pancréatique. *La sécrétine ne saurait donc exister dans la sécrétion spontanée de l'intestin.*

Enfin, une dernière preuve que l'action sécrétoire du suc intestinal n'est pas due à la sécrétine, c'est le *caractère de localisation* de cette action opposé au *caractère d'universalité* sécrétoire de la sécrétine. L'injection intra-veineuse de sécrétine détermine, en effet, la sécrétion du suc pancréatique, de la bile, du suc intestinal. Le suc intestinal, au contraire, injecté à des animaux porteurs de fistules salivaire, biliaire ou pancréatique permanentes, n'a aucune action sur la sécrétion de ces glandes.

Le suc intestinal d'une espèce provoque la sécrétion intestinale d'une autre espèce animale; le suc intestinal de fistule permanente du bœuf, par exemple, injecté au chien, produit la sécrétion du suc intestinal chez ce dernier.

Il y avait lieu de se demander si, dans les conditions normales, le *principe excito-sécrétoire spécifique* contenu dans le suc intestinal pouvait se résorber et augmenter la sécrétion du suc.

L'ingestion de 50^{cm^3} de suc chez un animal porteur d'une fistule jéjunale, opéré depuis plus d'une année, et dont la sécrétion était de 4^{cm^3} en 7 heures, a provoqué la sécrétion de $12^{cm^3},6$ de suc et les jours suivants de $8^{cm^3},3$, $11^{cm^3},2$ et $9^{cm^3},4$ dans le même temps.

L'injection ou l'ingestion du suc, l'ingestion de macérations de muqueuse intestinale dans l'eau physiologique produisent non seulement une augmentation immédiate de la sécrétion, mais cette augmentation se manifeste pendant plusieurs jours.

Les choses se passent comme si la résorption de certaines parties du suc intestinal augmentait la sécrétion entérique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la lactase animale.* Note de M. H. **Bierry**, présentée par M. Dastre.

En collaboration avec M. Gmo Salazar, j'ai montré que la lactase, ferment soluble qui dédouble le sucre de lait en glucose et galactose, ne se rencontre ni dans le suc pancréatique, ni dans le suc intestinal de fistule duodénale, et qu'elle paraît localisée, chez le chien tout au moins, dans les cellules de la muqueuse intestinale. La question de la présence de la lactase dans le suc pancréatique ayant donné lieu à des affirmations contraires, de la part de Weinland et de Bainbridge, j'ai repris mes expériences.

En voici les résultats :

1. Le suc pancréatique de jeunes chiens à la mamelle ne contient pas de lactase.

2. Le suc pancréatique de chienne en lactation ne renferme pas de ferment soluble capable d'hydrolyser le sucre de lait.

3. Un chien reçoit sous la peau, pendant 4 ou 5 jours, des injections quotidiennes d'extrait de muqueuse intestinale d'un chien soumis au régime lacté pendant plusieurs semaines. On pratique, chez cet animal, une fistule de canal de Wirsung et l'on recueille une portion A de suc pancréatique. On fait alors à ce chien une nouvelle injection sous-cutanée de la même macération intestinale encore riche en lactase, et l'on recueille une autre portion B de suc pancréatique.

Contrairement à l'assertion de Bainbridge, on ne peut déceler de lactase ni dans A, ni dans B. Il n'y a pas d'adaptation de la sécrétion pancréatique à l'alimentation lactosique.

Sachant que l'action de la lactase est influencée par l'état du milieu, j'ai opéré tantôt sur le suc pur (réaction alcaline), tantôt sur le suc additionné de quelques gouttes d'acide acétique (réaction neutre) et en présence d'antiseptiques variés (fluorure de sodium, chloroforme, toluène). La recherche des sucres de dédoublement était faite simultanément par l'emploi du polarimètre et l'examen des ozasones.

Tous mes résultats ont été négatifs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la recherche du formol dans le lait.* Note de M. E. NICOLAS, présentée par M. A. Chauveau.

MM. Manget et Marion ont proposé un procédé rapide et sensible de recherche du formol dans le lait, basé sur l'emploi du diamidophénol ou de l'amidol. Il consiste à saupoudrer légèrement le lait d'amidol ou d'amidophénol et à observer après quelques minutes. Le lait normal, carbonaté ou boraté développe une coloration saumon; le lait formolé une coloration jaune serin, sensible au $\frac{1}{50000}$ (1).

Le diamidophénol et l'amidol peuvent être utilisés d'une autre façon et devenir la base d'un procédé de recherche du formol dans le lait, également très simple et plus sensible encore que le précédent.

On sait que les méta-diamines donnent avec les aldéhydes une forte fluorescence verte (Béla de Bitto). La métaphénylène-diamine présente cette propriété à un degré très accusé; il en est de même du diamidophénol $C^6H^3(OH)(AzH^2)^2_{1.2.4}$ ou de son chlorhydrate, l'amidol, chez lesquels les groupements AzH^2 sont en position méta l'un par rapport à l'autre.

Les solutions d'aldéhyde formique, additionnées de cristaux d'amidol, se colorent en jaune, ou en jaune orangé et deviennent très fluorescentes. La réaction est beaucoup plus rapide à chaud qu'à froid. Les liquides privés d'aldéhyde, au contraire, se colorent rapidement en rouge, puis en brun et ne manifestent aucune fluorescence.

La fluorescence apparaît encore en présence des acides acétique et lactique et d'une très faible proportion d'acides chlorhydrique et sulfurique; les alcalis l'empêchent de se produire.

La réaction qui précède peut être appliquée, de la façon suivante, à la recherche du formol dans le lait : Précipiter la caséine par de l'acide acétique au $\frac{1}{10}$ ou de l'acide lactique, et filtrer. Ajouter au filtrat, placé dans un tube à essai, quelques cristaux (un excès) d'amidol. Boucher le tube et attendre quelques instants.

La précipitation de la caséine peut encore être réalisée par le chlorure de sodium ou mieux le sulfate de magnésium dissous à saturation dans le lait; on obtient, par ce procédé, des lactosérums très limpides, sur lesquels

(1) *Comptes rendus*, 13 octobre 1902, p. 584.

on peut faire la réaction, à froid. Si, pour activer celle-ci, on voulait chauffer ces liquides, il faudrait, au préalable, les débarrasser des matières albuminoïdes coagulables qu'ils renferment, par l'addition d'acide acétique et filtration consécutive.

Cette méthode de recherche, qui ne nécessite que des manipulations simples, permet d'obtenir une belle fluorescence verte avec des laits formolés (addition, au lait, de formol à 40 pour 100) à 1 pour 500000 et dans des proportions même inférieures à $\frac{1}{500\,000}$.

J'ajoute que la réaction de MM. Manget et Marion ne me paraît être qu'une conséquence de l'application directe au lait de la précédente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Production d'alcool et d'acétone par les muscles.* Note de M. F. **Maignan**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une précédente Note j'ai montré que l'alcool et l'acétone se rencontrent à l'état normal dans les tissus.

D'où provient cet alcool? Le protoplasme animal est-il capable d'effectuer la fermentation alcoolique du glucose, au même titre que le protoplasme végétal? C'est la question à laquelle je vais répondre par l'affirmative dans cette Note.

Stoklasa et ses élèves, Feinschmidt, Simacek ont essayé de démontrer l'existence, dans les tissus animaux, d'une diastase analogue à la zymase de Büchner. Les conclusions de ces auteurs ont été infirmées par Conheim, Battelli, Portier qui n'ont pu reproduire les expériences de Stoklasa, en se plaçant d'une façon certaine à l'abri des microbes.

J'ai abordé la question d'une autre façon, en recherchant si la quantité d'alcool peut augmenter dans un tissu, isolé de l'animal, et placé dans des conditions permettant sa survie. J'ai étudié en même temps les variations de l'acétone.

Technique suivie dans les expériences. — Je ne parlerai, dans cette Note, que des expériences relatives aux muscles.

Un chien est tué par la section des gros vaisseaux du cou. On prélève les muscles de la cuisse que l'on divise en plusieurs lots. Le premier sert au dosage de l'alcool et de l'acétone dans le tissu frais, les autres sont placés après flambage dans une solution de fluorure de sodium à 1 pour 100. Le tout est placé à l'étuve à 38°. Lorsque le séjour à l'étuve ne doit être que de quelques heures, on peut laisser les tissus au contact de l'air.

Ces fragments sont repris au bout d'un temps variable (4 heures à 16 jours) et servent à doser à nouveau l'alcool et l'acétone. Il faut avoir soin, lorsqu'on utilise le fluorure de sodium, de ne prendre pour le dosage que les parties centrales; les tissus de la périphérie étant plus ou moins modifiés au contact de cette substance éminemment toxique.

En opérant ainsi on écarte, d'une façon certaine, toute intervention microbienne, lorsqu'on emploie pour les expériences des sujets sains. J'ai d'ailleurs ensemencé maintes fois des milieux de culture aérobies et anaérobies avec les produits de raclage des fragments retirés du fluorure de sodium, et je n'ai jamais obtenu de culture.

Les expériences, ainsi conduites, ont donné les résultats résumés dans le Tableau suivant :

			Durée du séjour à l'étuve.											
Age du sujet.		Muscles frais.	4 heures.	7 heures.	24 heures.	2 jours.	3 jours.	4 jours.	5 jours.	6 jours.	7 jours.	9 jours.	10 jours.	14 jours.	16 jours.
		mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³	mm³
Agé.......	alcool	55	99	»	»	»	»	»	»	»	60	»	»	»	»
7 ans.......	alcool	42	90	»	»	»	»	»	40	»	»	»	»	»	»
Agé........	alcool	43	»	108	135	110	»	»	»	»	»	»	»	88	»
5 ans.......	alcool	52	»	»	75	87	»	125	»	»	»	40	»	»	»
2 ans.......	alcool	61	»	»	»	175	»	»	»	»	»	375	»	125	»
1 an........	alcool	31	»	»	»	»	»	69	»	»	»	»	88	»	56
	acétone	2,5	»	»	»	»	»	3,7	»	»	»	»	5,4	»	6,2
Très âgé....	alcool	22	»	»	»	»	62	»	»	45	»	»	43	»	»
	acétone	3	»	»	»	»	4	»	»	8,3	»	»	20,2	»	»

Les quantités d'alcool et d'acétone sont données en millimètres cubes, et correspondent à 1000g de tissu.

Conclusions. — Nous voyons, d'après ces expériences, que les muscles, prélevés sur un animal vivant et placés dans des conditions permettant leur survie, produisent de l'alcool et de l'acétone; mais, tandis que l'acétone va constamment en augmentant, l'alcool augmente pendant les premiers jours et diminue ensuite.

Les tissus sont donc capables de détruire l'alcool après l'avoir formé, tandis qu'ils sont impuissants à simplifier la molécule acétone.

L'alcool, en disparaissant, doit probablement se transformer en acide acétique, par un phénomène d'oxydation direct ou indirect. J'ai, en effet, toujours décelé la présence de l'acide acétique dans les tissus; ceci au moyen de la réaction du cacodyle et par la formation de l'éther acétique. La réaction du perchlorure de fer est également positive.

Cet acide acétique doit, à son tour, subir le sort de tous les acides orga-

niques introduits dans l'organisme, c'est-à-dire se transformer en acide carbonique et en eau par oxydation.

La transformation du glucose en alcool doit donc être considérée comme un mode de destruction du glucose. Ce processus, qui s'observe dans les muscles isolés, doit aussi se produire pendant la vie de l'animal, puisque, sur le sujet vivant, les tissus renferment toujours de l'alcool.

M. **Ed. Maillet** adresse une Note *Sur la classification des sources, en France et en Algérie, d'après leur débit.*

M. **Gabriel Zahikjanz** adresse une Note *Sur les lois fondamentales des vapeurs et des gaz.*

M. **P.-A. Dangeard** adresse une Note intitulée : *Ascodesmis et Boudiera.*

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 avril 1905.

Note sur les cofferdams des bâtiments de guerre, cuirassés et croiseurs, par E. Bertin. Paris, 1900; 1 fasc., autographié, in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Cuirassés et croiseurs. Note sur la puissance défensive, particulièrement sur la stabilité après avaries de combat, par E. Bertin. Paris, 1904; 1 fasc., autographié, in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Flore de France ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. Rouy, J. Foucaud et E.-G. Camus, continuée par G. Rouy; tome IX. Paris, les fils d'Émile Deyrolle; Asnières, G. Rouy, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Société des Ingénieurs civils de France. Annuaire de 1905. Paris, hôtel de la Société; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; Bulletin de janvier 1905. Paris, hôtel de la Société; 1 fasc. in-8°.

Mme CH. DUFOUR adresse une *Notice biographique de M. le Dr Charles Dufour*, professeur à Morges, Suisse, et vingt-trois Opuscules publiés par ce savant sur divers sujets relatifs aux sciences mathématiques et physiques. 24 fasc. in-8°.

Ordos, esquisse orographique et géologique par V.-A. OBROUTCHEF, avec une Carte. s. l. 1904; 1 fasc. in-4°. (En langue russe.) (Hommage de l'auteur.)

Note on the determination of the longitude Paris-Greenwich in the year 1902. (*Monthly Notices of R. A. S.*, janvier 1905.) 1 fasc. in-8°.

War die magnetische Deklination vor Kolumbus erster Reise nach Amerika tatsächlich unbekannt? Vortrag gehalten am 19. August 1904 auf dem XVI. internationalen Amerikanistenkongress zu Stuttgart, von Dr AUGUST WOLKENHAUER. Brême, Carl Schünemann, 1904; 1 fasc. in-8°.

Verhandlungen der österreichischen Gradmessungs-Kommission; Protokolle über die am 29. *Mai* 1901, 29. *Dezember* 1902 *und* 1903 *abgehaltenen Sitzungen*. Vienne, 1903-1904; 2 fasc. in-8°.

Astronomische Arbeiten des K. K. Gradmessungs-Bureau, ausgeführt unter der Leitung des Hofrathes THEODOR V. OPPOLZER, nach dessen Tode herausgeg. v. Hofrath Prof. Dr EDMUND WEISS und Dr ROBERT SCHRAM; Bd. XIII. *Längenbestimmungen*. Vienne, 1903; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the Director Kodaikanal and Madras observatories for 1904. Madras, imprimerie du Gouvernement; 1 fasc. in-4°.

Extracts from narrative reports of the Survey of India for the season 1902 1903, prepared under the direction of lieutenant-colonel F.-B. LONGE. Calcutta, imprimerie du Gouvernement, 1905; 1 fasc. in-4°.

The national physical Laboratory. Report for the year 1904. Londres, Harrisson et fils, 1905; 1 fasc. in-8°.

Royal botanic Gardens, Kew. Bulletin of miscellaneous information : Appendix II, 1905, contents : *Catalogue of the Library, additions received during* 1904. Londres, 1905; 1 fasc. in-8°.

Digestion experiments with poultry, by E.-W. BROWN. (U. S. Depart. of Agriculture. Bureau of animal industrie; Bull. n° 56.) Washington, imprimerie du Gouvernement, 1904; 1 fasc. in-8°.

Was fehlt dem Menschen noch zum Flug? von KARL NEUPERT. Bamberg, W.-E. Hepple, 1905; 1 fasc. in-8°.

The institution of mechanical Engineers. List of Members, 1st march 1905; articles and by-laws. Londres; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American philosophical Society, held at Philadelphia for promoting useful knowledge; vol. XXI, new series, part I, article 1 : *The morphology of*

the skull of the Pelycosaurian genus Dimetrodon, by E.-C. Case. Philadelphie, 1905; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1905.)

Note de M. *de Forcrand,* Chaleur de formation de l'hydrure de sodium... :

Page 992, lignes 15 et 16, *au lieu de*

$$-CH^2 \text{ ou } -CH-A,$$

lisez

$$=CH^2 \text{ ou } =CH-H.$$

Note de MM. *Lépine* et *Boulud,* Sur la réduction de l'oxyhémoglobine :

Page 993, lignes 23 et 24, *au lieu de* rouge normal, *lisez* sang normal.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 17 avril 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le Président annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 24 avril sera remise au mardi 25... 1077

M. Bertin. — Sur le principe des navires à flottaison cellulaire....................... 1077

M. A. Laveran. — Traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des infections dues au *Trypanosoma gambiense*. 1081

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905 : MM. *Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot*.................................. 1084

Commission chargée de juger les concours des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905 : MM. *Gaudry, Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier*. 1084

Commission chargée de juger les concours du grand prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Giard, Chatin*.......................... 1084

Commission chargée de juger les concours du prix Savigny pour 1905: MM. *Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Laveran, Lannelongue*..... 1085

Commission chargée de juger les concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 : MM. *Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel*.......... 1085

CORRESPONDANCE.

M. F. Rossard. — Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26), faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner-Henry)................... 1085

M. Max Mason. — Sur l'équation différentielle $y'' + \lambda A(x) y = 0$.................. 1086

M. R. Liouville. — Sur la relation qui existe entre la vitesse de combustion des poudres et la pression............................ 1089

M. Pigeaud. — Arcs associés à des longerons par des montants verticaux articulés..... 1091

M. Houllevigue. — Propriétés optiques du fer ionoplastique.......................... 1093

M. Albert Bazin. — Théorie et imitation du vol à voile.............................. 1096

MM. F. Bordas et Touplain. — Emploi des centrifugeurs pour l'analyse des cacaos et des chocolats............................ 1098

MM. F. Bordas et Touplain. — Nouvelle méthode d'analyse rapide du lait............ 1099

MM. Hauger et Pescheux. — Avertisseur de la présence des gaz d'éclairage ou du grisou.................................... 1100

M. Guinchant. — Luminescence de l'acide arsénieux.............................. 1101

MM. J. de Kowalski et P. Joye. — Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension............................ 1102

M. G.-A. Hemsalech. — Sur une méthode simple pour l'étude des étincelles oscil-

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

lantes 1103

M. L. Benoist. — Méthode et appareil de dosage dans les applications médicales de l'électricité statique 1106

M. F. Bodroux. — Mode de formation de quelques dérivés monosubstitués de l'uréthane 1108

M. C. Gerber. — Pétales inverses du *Cheiranthus Cheiri* L. var. λ-*gynantherus* DC et fausse cloison des Crucifères 1109

M. J. Dumont. — Sur l'analyse minéralogique des terres arables 1111

M. H. Coutière. — Sur quelques Crustacés provenant des campagnes de la *Princesse-Alice* (filet à grande ouverture) 1113

M. Cluzet. — Sur l'excitation des nerfs par le minimum d'énergie; application à l'électrodiagnostic 1116

Pages.

MM. Charrin et Moussu. — Physiologie de la rate (fonction biligénique) 1118

M. Albert Frouin. — Action du suc intestinal sur la sécrétion entérique 1120

M. H. Bierry. — Recherches sur la lactase animale 1122

M. E. Nicolas. — Sur la recherche du formol dans le lait 1123

M. F. Maignan. — Production d'alcool et d'acétone par les muscles 1124

M. Ed. Maillet adresse une Note « Sur la classification des sources, en France et en Algérie, d'après leur débit » 1126

M. Gabriel Zahrjanz adresse une Note « Sur les lois fondamentales des vapeurs et des gaz » 1126

M. P.-A. Dangeard adresse une Note intitulée : *Ascodesmis* et *Boudiera* 1126

Bulletin bibliographique 1126

Errata 1128

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 17 (25 Avril 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 25 AVRIL 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Deux observations relatives à la flore des jeunes taillis.* Note de M. P. Fliche.

La première, et surtout la seconde saison de végétation consécutives à l'exploitation d'un taillis, le tapis végétal couvrant le sol, présente un contraste complet avec celui que l'on observait précédemment. Ce contraste est dû, pour partie, au développement beaucoup plus considérable, à la mise à fleurs bien plus abondante, d'espèces vivaces qui avaient résisté plus ou moins bien au couvert; mais il est dû aussi à l'apparition, en quantité souvent énorme, d'espèces annuelles, bisannuelles ou même vivaces, ces dernières étant des espèces de lumière disparaissant quand le couvert est complet. D'où viennent les espèces de toutes ces catégories? La question a été fort controversée : les uns admettent exclusivement des apports de graines venues d'endroits situés hors de la coupe; d'autres admettent, pour partie au moins des espèces et des individus, la germination de graines restées inactives dans le sol depuis la dernière exploitation. Malgré de nombreuses observations produites à l'appui de cette dernière manière de voir par plusieurs forestiers et botanistes, tout récemment en France par M. Poisson, elle est non seulement discutée, mais même rejetée d'une façon absolue par quelques personnes compétentes. La question étant fort intéressante à tous égards, il y a donc lieu de ne négliger aucune observation nouvelle, de celles surtout qui semblent à l'abri de toute critique; c'est le cas, à mon avis, pour les deux que je vais relater [1].

---

[1] Elles ont été faites dans des taillis sans futaie.

La première a été faite dans le bois de Champfêtu, aux environs de Sens (Yonne). L'ajonc commun (*Ulex europæus*) n'y est pas spontané, non plus que dans le pays avoisinant; il y fut introduit, au commencement du siècle dernier, pour servir de remise au gibier, mais seulement en quelques points, distants les uns des autres; arbrisseau de pleine lumière, il dépérit dès que le massif est reconstitué; or, depuis l'époque de son introduction, il se montre abondant et vigoureux après chaque exploitation, mais exclusivement dans les endroits où il a été introduit, ne se disséminant pas, même dans une coupe, en dehors de la tache primitive formée par lui, celle-ci ayant pu, d'ailleurs, s'étendre ou se réduire légèrement; l'apport des graines semble ici impossible, bien que parfois, non toujours, quelques buissons de l'espèce aient pu subsister sur les bords de la coupe au soleil; pourquoi, en le supposant possible, cet apport se ferait-il toujours aux mêmes endroits, jamais ailleurs? Je dois faire observer toutefois que cette observation, si concluante paraisse-t-elle, a été faite dans des taillis exploités jeunes.

La portion du bois où l'ajonc a été introduit ayant pour origine des plantations de bouleaux et de saules marceaux a été exploitée d'abord à 10 ans, puis successivement, à mesure que les essences plus longévives s'y installaient, à des âges plus avancés; depuis 15 ans, la révolution, suivant l'expression consacrée en langage forestier, a été portée à 25 ans, mais progressivement, sans suspendre les exploitations, en réduisant la surface exploitée; la coupe la plus âgée, où l'on a constaté la dernière apparition de l'ajonc, a été exploitée à un âge très sensiblement inférieur à 25 ans.

La seconde observation, se référant à un taillis à la révolution de 35 ans, est, comme on va le voir, encore plus intéressante à tous égards; elle porte sur l'*Euphorbia lathyris* L. Cette plante ne paraît être spontanée nulle part en France, mais elle y est naturalisée en des stations fort disséminées; c'est ainsi qu'elle se présente en Lorraine où, en dehors de la localité dont il va être question, neuf autres seulement sont citées dans la dernière édition de la *Flore de Lorraine* de Godron; on ne peut même affirmer que dans toutes la plante existe encore aujourd'hui. Aussi y eut-il quelque étonnement parmi les botanistes de Nancy, lorsqu'en 1872 on la rencontra en abondance, très bien fleurie, puis fructifiée, dans un endroit où elle n'avait pas encore été signalée, au canton de la Petite-Malpierre, dans la grande forêt de Haye. Elle s'y trouvait dans un taillis de 2 ans, et ce n'était certainement pas la première coupe du canton où elle avait apparu; celui d'un an la présentait, mais non fleurie.

En 1874, le 2 juin, elle formait des fourrés dans la coupe de 2 ans, mais on ne la rencontrait plus qu'à l'état de pieds isolés dans celle de 3 ans; elle avait totalement disparu de la coupe de 4 ans où on l'avait observée si abondante en 1872. Il me semble évident que cette diminution d'abord, cette disparition ensuite, à mesure que le couvert se reconstituait, était due à l'influence de celui-ci et non à une mauvaise qualité de la graine; cependant, pour faire disparaître complètement le doute, je semai à l'automne des graines de l'espèce récoltées à la Petite-Malpierre, les unes dans la pépinière domaniale de Bellefontaine, les autres à côté de celles-ci, à une distance de quelques mètres, sur le même versant, sous un perchis âgé d'environ 70 ans, au canton du Val-Thiébaut. Ces dernières restèrent inertes, alors que les premières germèrent fort bien, donnant des plantes vigoureuses. Dès lors il me parut démontré que l'*E. lathyris* se montrait, après l'exploitation, parce que ses graines, conservées dans le sol, recevaient alors la quantité de chaleur nécessaire pour germer, mais que, le taillis atteignant l'âge de 4 ans, les graines, n'ayant plus cette même quantité de chaleur, restaient à l'état de vie ralentie jusqu'à l'exploitation suivante; j'introduisis même cette notion dans mon enseignement. Il était intéressant de vérifier cette conclusion au moment d'une nouvelle exploitation; c'est ce que j'ai eu la satisfaction de faire à la fin de l'automne dernier; le 14 novembre, je trouvais un pied d'*E. lathyris* bien fructifié dans la coupe n° 2 exploitée en 1902-1903, un assez grand nombre de pieds de l'année, non encore fleuris, dans la coupe n° 3 exploitée en 1903-1904, séparée par la coupe n° 4, actuellement en exploitation, de celle où l'espèce a été observée, pour la première fois, en 1872, en abondance, mais alors qu'elle avait déjà apparu dans la coupe antérieure.

Cette localité de la Malpierre est intéressante, à divers titres, en ce qui concerne l'*E. lathyris;* à l'y voir si abondante, si vigoureuse, il semblerait qu'il y eût là un argument en faveur de la spontanéité de l'espèce en cet endroit, puisqu'il est aujourd'hui fort éloigné des habitations, et même de champs cultivés de quelque importance. Or, il n'en a pas toujours été ainsi: on a trouvé, il y a une quarantaine d'années, à proximité, vers la fontaine du Noirval, d'importants restes gallo-romains prouvant qu'on y avait traité le minerai de fer, dans un fourneau du type dit *à la catalane*. Les Romains, du temps de l'Empire, employaient l'*E. lathyris* comme plante officinale, nous le savons par le témoignage de Pline; il me paraît non seulement probable, mais certain, que la plante a été introduite par les habitants de la station gallo-romaine dont il vient d'être question; qu'elle s'est maintenue,

quand la forêt a repris possession du sol; que par suite, avant que celle-ci ait été soumise à des coupes régulières de taillis sans futaie, la plante a pu subir des périodes de vie ralentie, sous forme de graines conservées dans le sol, bien plus longues que celle de 35 ans dans les conditions actuelles.

Je puis ajouter, en terminant cette Note, que cet exemple d'une plante abondante, vigoureuse, en pleine forêt et cependant d'ancienne introduction, montre combien il faut être prudent lorsqu'on étudie ces questions d'indigénat dans les pays depuis longtemps habités par l'homme. Si l'on n'avait pas trouvé à proximité d'importants restes gallo-romains, sans nul doute on eût vu dans cette station de la Malpierre un argument solide pour admettre la complète spontanéité en Lorraine, d'une plante dont l'origine reste jusqu'à présent si obscure.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. E. Wickersheimer, Ingénieur en chef des Mines, ayant pour titre : *Les principes de la Mécanique*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouvel embrayage.* Note de MM. le duc **de Guiche** et **Henri Gilardoni**, présentée par M. Appell.

Considérons (*fig.* 1) un tambour T de centre O, à l'intérieur duquel frotte un patin p relié au centre O par les deux bielles OA et AB; pour un choix convenable de l'angle σ de OB et AB, l'appareil constitue un embrayage grâce auquel le patin p est entraîné, quelle que soit la résistance à vaincre.

Désignons en effet par S la composante normale de la réaction de la bielle AB sur le patin, et par P la force tangentielle d'entraînement du tambour; le patin, par la liaison OAB, est assujetti à tourner autour de O; la somme des moments des forces qui agissent sur lui par rapport à O est donc nulle, et l'on a, en négligeant les frottements aux axes,

$$S \operatorname{tang}\sigma(a-b) = Pa,$$

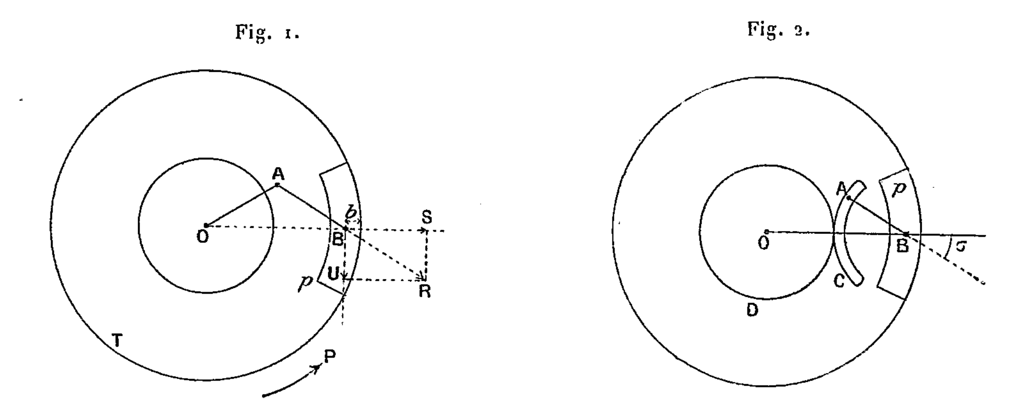
en désignant par a le rayon du tambour et par b la distance du point B au

tambour. Or, pour que le patin ne glisse pas, il faut que

$$(1) \qquad P \leqq Sf, \qquad \text{d'où} \qquad \operatorname{tang}\sigma \leqq \frac{af}{a-b},$$

condition indépendante de S; donc, dès que σ remplira la condition (1), il y aura entraînement, quelle que soit la pression S.

Fig. 1. Fig. 2.



Ce dispositif bien connu n'est pas progressif, car, la valeur de σ étant parfaitement déterminée par les dimensions de l'appareil, il y a coincement dès que le patin touche le tambour.

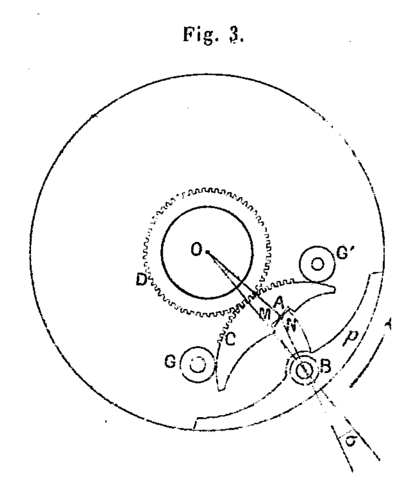
Une modification, permettant de faire varier σ, rend l'appareil progressif. Lorsque σ sera plus grand que l'angle limite φ, il y aura glissement du patin avec entraînement partiel (ou freinage); et l'entraînement sera complet lorsque σ tombera au-dessous de la valeur φ.

Pour atteindre ce but, nous supprimons la bielle OA (*fig.* 2); la bielle AB est articulée sur un secteur circulaire C, *guidé* et astreint à décrire un cercle de centre B. Pour une position déterminée du secteur C, et dès qu'il y aura contact, tout se passera comme si O et A étaient reliés par une bielle.

Ces résultats sont exacts tant qu'il n'y a ni usure ni déformation de pièces en contact, car ces deux causes concourent à diminuer la valeur de l'angle σ qui correspond à une position déterminée du secteur. Pour éviter cet inconvénient, on peut remplacer le pivot A par deux courbes tangentes M et N (*fig.* 3), liées, l'une à l'axe O, l'autre au cliquet B. Si M est un cercle décrit de O comme centre et N une développante d'un cercle de centre B, les valeurs de l'angle AOB et de l'angle de la normale commune

en A avec la force BA ne sont pas modifiées par l'usure. L'invariabilité de l'angle de la normale en A évite les glissements relatifs de M et N.

Fig. 3.



Le secteur C est guidé par deux galets G et G' dont les centres se trouvent sur deux rayons à angle droit : quatre galets permettent ainsi de guider quatre secteurs tels que C ; ces secteurs portent des dents qui engrènent sur une roue dentée de centre O. La rotation de celle-ci commande donc tout le système d'embrayage.

PHYSIQUE. — *Sur la lumière émise par les cristaux d'anhydride arsénieux.* Note de M. D. Gernez.

On sait qu'en 1835 H. Rose annonça que si l'on dissout l'acide arsénieux vitreux dans un mélange d'acide chlorhydrique fumant et d'eau, qu'on maintienne l'ébullition pendant un quart d'heure environ et qu'on abandonne la solution à un refroidissement très lent, il se produit, *lors de la formation des cristaux* octaédriques, un vif dégagement de lumière, qui s'accentue davantage encore lorsqu'on agite le liquide ; le lendemain et, au plus tard, le surlendemain, le phénomène ne se reproduit que très faiblement. Cette luminescence a reçu l'interprétation suivante, reproduite par les Traités de Chimie les plus récents : l'anhydride vitreux se dissout dans le liquide sans changer de constitution, mais, au moment où, par refroidissement, il se sépare du dissolvant pour cristalliser en octaèdres réguliers, cette transformation est accompagnée d'un dégagement d'énergie qui se traduit par une production de lumière. L'étude très attentive de ce phénomène m'a permis de constater les faits suivants.

1° Ce n'est pas au moment où se produisent les cristaux octaédriques que le dégagement de lumière apparaît. Je me suis enfermé dans une chambre, où ne pénétrait aucune lumière, pendant la longue durée du refroidissement des solutions, et n'ai jamais réussi à surprendre la moindre apparence lumineuse, ni au moment où chaque cristal extrêmement petit se dépose sur les parois du vase, ni pendant la période de son accroissement que je poussais aussi loin que possible à l'aide de mélanges réfrigérants successifs. Au contraire, le moindre contact d'un corps dur contre un cristal récemment formé, ou la rencontre de deux cristaux, provoque l'émission d'un éclair très brillant. Cet effet se produit à volonté et à coup sûr. Il n'a donc pas pour cause le passage du corps vitreux dissous à l'état cristallisé, puisque les cristaux existent déjà. C'est un phénomène de dégagement de lumière par rupture des cristaux, que l'on a rencontré dans un grand nombre de corps, surtout de nature organique, et désigné sous le nom de *triboluminescence*.

2° J'ai constaté qu'il n'est pas nécessaire de faire bouillir la solution pour observer le phénomène. Une solution saturée d'anhydride vitreux, dans un mélange à volumes égaux d'acide chlorhydrique fumant et d'eau, pris tous deux à la température ordinaire qui s'élève bientôt à 40°, abandonnée à un refroidissement lent, laisse déposer des cristaux octaédriques qui deviennent lumineux dès qu'on les écrase avec une tige d'acier, d'argent ou de platine.

3° Cette triboluminescence des cristaux d'anhydride arsénieux n'est pas du tout une propriété fugitive, elle se conserve pendant un temps très long. Les expériences que j'ai réalisées à ce sujet remontent au 21 décembre 1904 et je conserve une quarantaine de vases contenant des cristaux préparés, à diverses reprises, depuis cette date, au moyen de solutions d'acide chlorhydrique plus ou moins dilué, chauffées à l'ébullition dans un bain formé d'une solution saturée de chlorure de calcium cristallisé bouillant à 120°. Ce bain était mis dans une marmite norvégienne qui ralentissait singulièrement le refroidissement. Le vase du 21 décembre contient aujourd'hui encore les cristaux baignés par le liquide. Au début des expériences, j'ai constaté, tous les trois jours, que l'écrasement d'un cristal sur la paroi du vase dégageait de la lumière; après 3 mois, j'ai espacé les essais de 7 jours en 7 jours et aujourd'hui, 125 jours après le premier essai, j'ai encore constaté la luminescence des cristaux. Le vase du 28 décembre, ayant été fêlé peu de jours après sa préparation, j'ai décanté le liquide et opéré sur les cristaux mis à sec. Bien qu'il n'y eût que 8^g de ces cristaux

qui furent soumis à 35 épreuves, j'ai encore aujourd'hui constaté que, après plusieurs frottements contre la paroi du vase, ils émettaient de la lumière. Les 38 autres vases, mis en expérience pendant les 4 mois écoulés, se comportent de même : pour la plupart, j'ai constaté un éclair très vif dès le premier frottement; quelquefois il faut réitérer le frottement pour l'obtenir : on conçoit, en effet, que, l'opération étant faite dans l'obscurité, il peut arriver que la tige, au lieu d'écraser un cristal nouveau, frotte les débris d'un cristal, auquel cas on n'observe rien. Du reste, pour que les observations aient toute leur netteté, il est nécessaire de les faire précéder d'un séjour d'une quinzaine de minutes au moins dans la chambre obscure.

4° J'ajouterai, comme l'a rappelé récemment M. Guinchant [1], que, comme l'a reconnu M. Baudrowski, il n'est pas indispensable, pour la production de la lumière, d'employer comme matière première l'anhydride vitreux. Si l'on dissout, par exemple, 70^g d'anhydride arsénieux pulvérulent octaédrique dans 100^g d'acide chlorhydrique fumant et 33^g d'eau, qu'après l'ébullition du liquide on le filtre sur du coton de verre en le recueillant dans un vase entouré d'un bain de chlorure de calcium et qu'on laisse refroidir, on obtiendra des cristaux qui émettront, à la rupture, une vive lumière. C'est donc un phénomène de triboluminescence dont la production dans les composés minéraux cristallisés est plus fréquente qu'on ne l'a dit, comme je le ferai voir prochainement.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielle.* Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. H. Deslandres.

Le nouveau dispositif que j'ai décrit pour l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle est applicable aux spectres continus avec raies sombres, comme le spectre solaire.

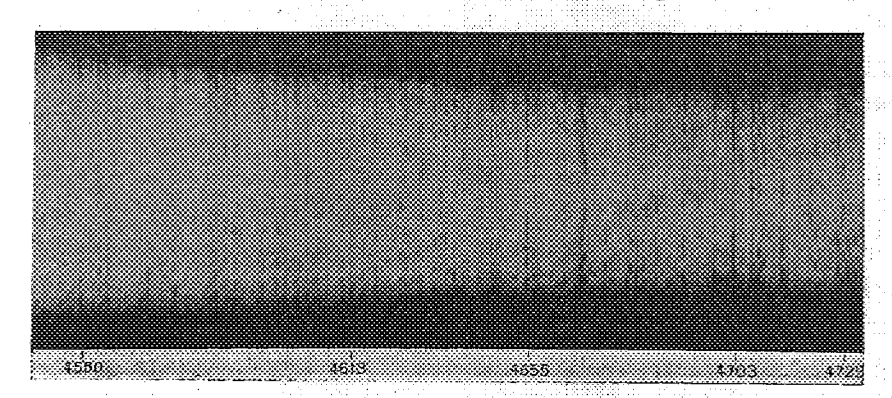
Conservant le dispositif déjà décrit, faisons tomber sur l'appareil interférentiel le faisceau solaire. Si la fente est fine et le pouvoir de définition assez élevé, on obtient un spectre cannelé, à franges d'autant plus serrées que la différence de marche donnée par l'appareil interférentiel est plus grande; ces franges sont légèrement courbes, parce que la différence de marche, pour une radiation donnée, n'est pas la même aux différents points

[1] *Comptes rendus,* t. CXL, 17 avril 1905, p. 1101.

de la fente. Sur ce spectre cannelé, apparaissent les raies noires du spectre solaire, images rectilignes de la fente. Si l'on élargit tant soit peu la fente, les cannelures disparaissent, ou deviennent très indistinctes; les raies solaires restent visibles, comme des lignes légèrement estompées. Considérons l'une d'elles; si c'était une raie brillante d'un spectre discontinu, elle apparaîtrait comme un rectangle étroit, sur lequel se dessineraient des portions d'anneaux, lui donnant l'aspect d'une ligne discontinue, formée de points brillants séparés par des espaces obscurs. Dans le cas d'une raie solaire, l'aspect est complémentaire de celui-là; la raie apparaît comme formée d'une série de points noirs, symétriquement distribués par rapport au *centre* du système d'anneaux. La mesure de la distance de deux points noirs placés symétriquement équivaut à la mesure du diamètre de l'anneau brillant qui serait produit par une raie brillante de même longueur d'onde que la raie sombre.

La figure ci-dessous donne une idée des images obtenues avec ce dispositif qui comprend un appareil interférentiel et un spectroscope ordinaire.

Spectre solaire, avec interférences de lames argentées.



Réseau plan de Rowland, surface striée 5^{cm} sur 8^{cm}, intervalle des traits $1^{\mu},7$, 2e spectre. Collimateur et chambre, objectifs de $1^{m},50$. Fente $0^{mm},10$.

Différence de marche 5^{mm}.

La portion du spectre représentée sur la figure s'étend de $\lambda = 454$ à $\lambda = 473$ environ. Le cliché original a été agrandi dans le rapport de 2,8 à 1. La figure est un *positif*, et représente par suite le phénomène tel qu'il est dans la réalité.

Le pointillé des raies est malheureusement trop fin pour être reproduit d'une manière très nette.

Avec le dispositif indiqué, on aura sur la fente une petite image du soleil, donnée par la lentille qui est après l'appareil interférentiel; il peut être

avantageux, et même nécessaire, d'avoir une image plus grande, sans, pour cela, augmenter la distance focale de la lentille qui projette sur la fente le phénomène d'interférence. Il suffit de placer, avant l'appareil interférentiel, un système optique afocal, de grossissement angulaire convenable.

Comme appareil spectroscopique, je me suis servi des mêmes instruments que précédemment : spectroscope à prismes construit par M. Jobin ; réseau plan avec objectifs de $1^{m},50$ de foyer. Ces deux appareils ont à peu près le même pouvoir de définition ; le premier donne des spectres plus lumineux ; le second permet d'aller plus loin vers les petites longueurs d'onde.

L'appareil interférentiel étant réglé pour une différence de marche de 5^{mm} (ordre d'interférence 10 000 pour $\lambda = 500^{\mu\mu}$), les cannelures du spectre sont bien nettes lorsque la fente est fine. En l'élargissant jusqu'à $0^{mm},1$ les cannelures disparaissent, et le *pointillé* des raies solaires devient parfaitement net. Quelques-unes des raies les plus fortes (la raie F par exemple) ne donnent pas d'interférences parce qu'elles ne sont pas assez fines.

Avec une différence de marche de 10^{mm}, un grand nombre de raies montrent encore un pointillé parfaitement net. Lorsque la différence de marche atteint 20^{mm}, quelques-unes des raies, dans la région des grandes longueurs d'onde, donnent des interférences, d'ailleurs peu nettes. Il semble difficile d'obtenir, au moyen des raies du spectre solaire, des interférences dont le numéro d'ordre dépasse 35 000 à 40 000.

Le dispositif que je viens de décrire présente sur l'ancien, que M. Pérot et moi avons employé pour l'étude du spectre solaire ([1]), les avantages que j'ai fait ressortir dans ma précédente Communication ; il permet, en particulier, l'application facile de la photographie et, par suite, l'étude des petites longueurs d'onde, dont l'observation oculaire est impossible. Il permettra de prolonger la courbe de correction aux tables de Rowland que nous avons donnée jusqu'à la longueur d'onde $464^{\mu\mu}$ ([2]). Le nombre de raies qu'on peut étudier est beaucoup moins limité qu'avec l'ancien dispo-

---

([1]) Fabry et Pérot, *Mesures de longueurs d'onde en valeur absolue; spectre solaire et spectre du fer* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXV, p. 98, 1902).

([2]) *Loc. cit.* Il n'est pas inutile de rappeler que cette courbe s'applique uniquement aux nombres de Rowland *pour le spectre solaire*, et qu'elle ne résout pas le problème du choix des radiations à prendre comme repères pour les mesures spectroscopiques. Voir à ce sujet les rapports présentés à la *Conference on solar research* (Saint-Louis, 1904) par MM Crew, Perot et Fabry, Kayser, Jewell (*Astrophysical Journal*, t. XX et XXI).

sitif. La nouvelle méthode pourra peut-être rendre des services pour l'étude de très faibles déplacements des raies.

RADIOLOGIE. — *Sur les variations d'éclat données par un tube de Crookes.* Note de M. S. TURCHINI, présentée par M. d'Arsonval.

L'illumination d'un écran fluorescent par les rayons X dépend de la quantité et de la qualité des rayons émis. J'ai étudié systématiquement ces variations d'éclat en fonction des constantes du circuit : *étincelle équivalente, intensité au secondaire, fréquence de l'interrupteur, bobine employée.*

Pour cela, j'ai comparé les éclats d'un écran au platino-cyanure de baryum, placé à une distance fixe d'un tube de Crookes, à celui d'une plage voisine éclairée par une lampe à incandescence à voltage fixe, munie de verres colorés, donnant l'égalité de teinte aux deux plages.

J'ai établi ainsi la relation qui existe entre l'étincelle équivalente E du tube, l'éclat fluoroscopique F de l'écran et l'intensité i du courant qui traverse le tube. La relation entre ces trois variables est une surface qui sera représentée par les courbes de niveau pour $i = constante$ (¹).

Éclat de l'écran en fonction de l'étincelle équivalente. — Les premières déterminations ont été faites avec une bobine de 25^{cm} d'étincelle et l'interrupteur Villard à 22 interruptions par seconde. Les intensités, en milliampères, ont été de 0,3, 0,4, 0,5 et 0,6. Voici quelques-uns des nombres obtenus :

$i = 0^{mA},3.$

Étincelles équivalentes.	Éclats.
cm 5	0,61
8,2	1,13
9,5	1,15
10	1,15

$i = 0^{mA},4.$

Étincelles équivalentes.	Éclats.
cm 5	0,74
8,7	1,52
10	1,83
11	1,87

$i = 0^{mA},5.$

Étincelles équivalentes.	Éclats.
6	1,21
8,5	1,77
11,5	2,6
14	2,6

$i = 0^{mA},6.$

Étincelles équivalentes.	Éclats.
6,5	1,29
8,5	2,13
11,7	3,3
15	3,3

(¹) Cette surface a été représentée dans ma thèse pour le doctorat en médecine : *Études expérimentales sur la puissance du tube à rayons X dans ses divers modes d'emploi* (22 mars 1905).

L'éclat de l'écran à intensité constante augmente avec l'étincelle équivalente, jusqu'à ce qu'elle atteigne 10^{cm} à 12^{cm}, et se maintient constante après.

L'éclat de l'écran croît avec l'intensité à étincelle équivalente constante. Les courbes de cette variation sont des lignes droites, et le taux de variation augmente très rapidement avec l'intensité, et d'autant plus que l'étincelle équivalente est plus longue.

J'ai eu les mêmes résultats avec une bobine de 45^{cm} d'étincelle et l'interrupteur-turbine à 15 interruptions par seconde.

Avec une fréquence plus élevée (126 interruptions par seconde), une intensité de $1^{mA},15$ et cette même bobine, l'éclat de l'écran passe par un maximum pour une étincelle équivalente de 11^{cm} environ. De même avec les fréquences de 63 et 126 interruptions par seconde, et une intensité de $0^{mA},6$, l'éclat de l'écran présente un maximum, fait qui n'a lieu ni avec cette bobine, et des fréquences plus basses, ni avec la bobine de 25^{cm}, quelle que soit la fréquence.

Éclat de l'écran en fonction de la fréquence de l'interrupteur. — Les fréquences ont été mesurées comme je l'ai indiqué dans une Note précédente (¹). Voici quelques nombres relatifs à la petite bobine, pour $i = 0^{mA},5$:

Interruptions par seconde.					
31.		63.		126.	
Étincelles équivalentes.	Éclats.	Étincelles équivalentes.	Éclats.	Étincelles équivalentes.	Éclats.
8,5 cm ...	1,98	8,5 cm ...	1,87	8,5 cm ...	1,32
10	2,16	9,2 ...	2,04	9	1,6
12	2,16	13,5 ...	2,1	10	1,82

L'éclat de l'écran à intensité constante diminue quand la fréquence des interruptions augmente, ce qui est dû sans doute à ce que, lorsque la fréquence augmente, l'étincelle maxima que donne la bobine pour une intensité donnée, diminue et se rapproche trop de l'étincelle équivalente du tube.

Avec la grosse bobine et 15 ou 31 interruptions par seconde, on obtient les mêmes résultats, mais avec les fréquences de 63 et 126 interruptions et

(¹) *Variations de l'étincelle équivalente du tube à rayons X* (*Comptes rendus*, 6 mars 1905).

une intensité de o^{mA},6, on a un maximum vers 10^{cm} d'étincelle équivalente. Voici les nombres qui le prouvent :

Interruptions par seconde.			
63.		126.	
Étincelles.	Éclats.	Étincelles.	Éclats.
8^{cm}..........	1,82	8^{cm}..........	0,98
12^{cm}..........	1,38	11^{cm}..........	0,77

Éclat de l'écran avec deux bobines différentes. — En comparant les éclats obtenus en excitant le tube avec une bobine de 25^{cm} et une bobine de 45^{cm} d'étincelle, on s'aperçoit que, toutes choses égales d'ailleurs, l'éclat est plus grand pour la petite bobine que pour la grosse. Voici quelques nombres obtenus avec $i = o^{mA}$,6.

Petite bobine.		Grosse bobine.	
Étincelles.	Éclats.	Étincelles.	Éclats.
$8^{cm},5$..............	2,13	$8^{cm},5$..............	1,77
11,7..............	3,3	11,5..............	2,52
12,7..............	3,37	12,4..............	2,52

Il semble donc qu'il serait plus avantageux, pour la production des rayons X, d'employer une bobine de petites dimensions, qu'une forte bobine, toutes choses égales. L'avantage est réel pour les petits régimes; mais avec une petite bobine on atteint difficilement une intensité de 1^{mA}; et alors le tube durcit très rapidement, tandis qu'avec une forte bobine, le régime s'obtient facilement et le tube se comporte bien.

Étude d'une bobine à self variable. — Ma bobine de 45^{cm} d'étincelle a un primaire à self-induction variable. J'ai obtenu les nombres suivants en variant la self :

Self entière.		Self réduite.	
Étincelles.	Éclats.	Étincelles.	Éclats.
$8^{cm},5$..............	1,77	8^{cm}..............	1,45
10,5..............	2,29	10,2..............	1,87
13,8..............	2,44	13,7..............	2,08

Avec une même bobine, on aura donc avantage à employer toute la self du primaire, avec les interrupteurs mécaniques, donnant les fréquences de 20 à 30 par seconde.

MICROGRAPHIE. — *Application du microscope à l'examen du caoutchouc.* Note de M. **Pierre Breuil.**

Nous nous sommes occupé depuis quelque temps de la micrographie des caoutchoucs; nous avons opéré soit par voie de transparence, soit par voie de réflexion; un même microscope spécialement organisé nous a permis d'obtenir des photographies dans chaque cas. Pour la transparence il n'y a aucune difficulté spéciale pourvu que l'échantillon examiné soit assez mince; nous n'avons pas essayé d'ailleurs de faire des coupes qui offrent de réelles difficultés, nous avons surtout étudié des peaux obtenues par évaporation de solutions de caoutchoucs dans divers solvants ou des lanières minces transparentes. Pour la réflexion il est nécessaire de disposer d'une source lumineuse puissante, un arc de 20 ampères a été utilisé par nous.

Une première série d'essais sur des mélanges de gomme Para manufacturée contenant 5 pour 100 de soufre en fleur ou 10 pour 100 de sulfure d'antimoine et soit vulcanisés soit non vulcanisés, nous a montré, pour les gommes non vulcanisées dissoutes dans différents solvants, des ramifications de même nature quel que soit le solvant; ces ramifications sont dues au soufre, on les obtient en effet en évaporant lentement une solution de soufre dans le sulfure de carbone. Bütschli les a décrites dans ses études sur la microstructure du soufre. Pour les gommes vulcanisées au contraire, qui sont partiellement solubles dans les solvants précédents, on obtient une peau réticulée avec parfois quelques rameaux provenant du soufre non combiné à la gomme.

Une deuxième série d'essais a pu être faite grâce à l'amabilité de M. Boutaric, ingénieur des établissements Bergougnan de Clermont-Ferrand, qui a bien voulu nous communiquer une collection d'échantillons de même gomme Para contenant le même pourcentage de soufre, mais vulcanisés dans des conditions de temps et de température variées.

Le soufre dans le mélange non vulcanisé est réparti en grains plus ou moins fins et d'une façon plus ou moins régulière; chauffé à 114°-120° pendant 15 minutes le mélange montre des accumulations de cristaux paraissant provenir de l'accolement des plus gros cristaux du mélange non vulcanisé; chauffé à 128°-136° pendant 15 minutes le mélange montre que les gros cristaux ont émis des rameaux rectilignes dendritiques donnant naissance eux-mêmes à des rameaux secondaires plus courts, ces rameaux commencent à s'enchevêtrer; à cette température on constate aussi, dans le cas où l'on a affaire aux petits grains de soufre, des rameaux fins analogues à ceux du soufre des solutions ci-dessus; enfin il est à noter que certains gros cristaux continuent à absorber les grains de soufre plus petits qui les environnent, formant autour d'eux une véritable cour.

Chauffé pendant 15 minutes à 144°-152° le mélange contient des rameaux de soufre

de plus en plus enchevêtrés, l'accumulation des rameaux paraît donc croître avec la température en même temps que leur finesse augmente. D'une façon générale ils s'irradient d'un centre plus touffu qui les nourrit, de sorte que, si l'on maintient pendant plus d'une heure par exemple une température de 145°, on n'aperçoit plus qu'une masse régulière avec des sillons plus clairs qui sont les zones de jonction de deux ou plusieurs centres d'émission, et dans ces sortes de failles les cristaux ramifiés qui subsistent encore envoient leurs bras plus ou moins finement dentelés.

Quand enfin le temps et la température ont été assez élevés on n'aperçoit plus qu'une nappe continue de gomme colorée uniformément avec quelques lignes cependant et quelques cristaux de soufre libre.

Ces constatations n'ont pas seulement été faites sur les lames du mélange précédent incluses entre lamelles de verre et sur des solutions mixtes de gomme et de soufre dans le sulfure de carbone, mais aussi sur des caoutchoucs de chambres à air de bicyclettes préalablement distendues au moyen d'air comprimé : il serait possible, d'après ce dernier procédé, de rendre transparente en l'amincissant uniformément une fine lame de caoutchouc.

Des échantillons variés de caoutchouc souple et d'ébonite préalablement dressés et polis, d'après les méthodes de métallographie, puis attaqués par SO^4H^2 et AzO^3H, ont accusé à l'examen, par réflexion, une structure superficielle constamment la même, qui est caractérisée, en général, par une apparence réseautée; il est possible, à notre avis, d'admettre que les joints des cellules ainsi obtenues proviennent des jonctions des rameaux dont il est question plus haut, qui, étant moins sulfurées que les régions qu'elles bordent, se laisseraient autrement attaquer par les acides que ces régions elles-mêmes. On aurait ainsi le moyen de voir comment la vulcanisation a été réussie.

Enfin des gouttes de gutta-percha examinées au microscope ont accusé une structure finement grenue dont la trame paraîtrait connexe de la nature et de la pureté de cette gutta. Les impuretés ou les adjuvants du caoutchouc et de la gutta pourraient par cette méthode microscopique être assez bien décelés, croyons-nous.

BOTANIQUE. — *Le diagramme floral des Crucifères.*

Note de M. **Gerber**, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis un certain nombre d'années nous avons poursuivi, d'une façon continue, les recherches les plus variées en vue d'essayer de jeter quelque clarté sur la constitution si curieuse de la fleur des Crucifères.

Ces recherches ayant été publiées dans divers Recueils, nous tenons à en donner ici un résumé où nous exposerons les méthodes que nous avons suivies et les résultats auxquels nous sommes arrivé.

A. *Principes adoptés.* — 1° La fleur des Crucifères doit trouver son explication dans l'étude des plantes de cette famille, abstraction faite de toute considération tirée de parenté plus ou moins réelle avec d'autres familles.

2° Les feuilles florales, comme les feuilles ordinaires, pouvant soit se diviser en lobes, soit se souder les unes avec les autres, et cela parfois dès leur apparition à l'extérieur, il est impossible de se fier uniquement à la morphologie externe ou à l'organogénie apparente.

3° L'appareil le plus résistant, le moins sujet à varier, étant l'appareil conducteur, on ne doit pas négliger l'étude anatomique de cet appareil, pour caractériser une feuille, surtout dans son trajet à travers l'écorce de la tige où les influences extérieures sont réduites au minimum.

4° Les cas tératologiques étant le plus souvent dus à l'exagération d'un ou de plusieurs caractères, peuvent être consultés avec fruit, car ils permettront ensuite de retrouver ce caractère dans le type normal où il avait passé inaperçu.

5° Le type auquel on doit rapporter les feuilles florales, pour juger de leur valeur, étant la feuille ordinaire et le système conducteur de celle-ci, quelle que soit sa position sur la tige et sa forme, se rattachant toujours, dans le cylindre central, à un arc libéroligneux continu, bien séparé des arcs voisins, nous considérons, dans la fleur, comme appartenant à une même feuille, tout ce qui est innervé par un système conducteur se réunissant finalement en un seul arc libéroligneux, dans la stèle, et rien que cela.

B. *Résultats obtenus.* — 1° Si l'on pratique une série de coupes transversales à travers une tige, à partir du point où un arc libéroligneux du cylindre central se différencie en système conducteur foliaire, on voit, aussi bien pour une feuille florale que pour une feuille ordinaire, le cylindre central pousser une légère hernie dans l'écorce, l'arc libéroligneux passer dans cette hernie, puis, seulement alors, se diviser, selon qu'il est plus ou moins grand, en cinq, quatre, le plus souvent trois (mériphyte trifasciculé de M. Lignier), deux faisceaux très rapprochés les uns des autres; ensuite la hernie s'accentue, le faisceau médian abandonne la stèle et pénètre dans l'écorce, suivi bientôt des faisceaux latéraux qui s'écartent de plus en plus de lui; l'ensemble s'épanouit enfin en éventail et entre dans la feuille ordinaire ou la feuille florale qui s'isole de la tige.

2° Les arcs libéroligneux de l'axe floral sont, en général, beaucoup plus petits que ceux de l'axe végétatif; aussi ne se ramifient-ils pas, d'ordinaire, quand ils ont passé dans la hernie. Néanmoins, ceux qui innerveront les

carpelles placentaires, étant assez gros, se divisent en trois faisceaux principaux : un externe et deux latéraux. Ces derniers se rabattant vers l'intérieur constituent la méristèle inversée ovulifère de la périphérie de la fausse cloison.

Dans le cas où le nombre des grands arcs libéroligneux de l'axe floral est plus élevé, les feuilles florales situées au-dessous des feuilles carpellaires reçoivent, elles aussi, des mériphytes trifasciculés (étamines carpellisées et phyllomes pétaliques de *Cheiranthus Cheiri* L. var. λ-*gynantherus* DC, phyllomes pétaliques des nombreuses Crucifères à fleurs doubles chez lesquelles, autour d'un gynécée et d'un androcée normal, on trouve une corolle à nombreux pétales et parfois un calice à huit sépales).

3° Les arcs libéroligneux des feuilles florales se détachent du cylindre central dans l'ordre suivant :

I. Dans le plan droite-gauche : *deux arcs opposés,* unifasciculés pour les deux sépales latéraux, souvent gibbeux.

II. Dans le plan antéro-postérieur : *deux arcs opposés,* unifasciculés pour les deux sépales médians.

III. Dans deux plans diagonaux : *quatre arcs,* types réduits d'arcs trifasciculés, envoyant chacun deux petits faisceaux latéraux dans les bords des deux sépales voisins, tandis qu'un gros faisceau, normal, pénètre dans le pétale.

IV. Dans le plan droite-gauche : *deux arcs opposés,* pour les deux étamines courtes latérales; ces deux mériphytes sont des types réduits de mériphytes trifasciculés bien développés quand les deux étamines sont carpellisées.

V. Dans deux plans obliques, généralement plus rapprochés du plan antéro-postérieur que les plans diagonaux : *quatre arcs* pour les quatre étamines longues dites *diagonales*. Ces quatre mériphytes sont des types réduits de mériphytes trifasciculés bien développés quand les quatre étamines longues sont carpellisées.

VI. Dans le plan droite-gauche : *deux arcs opposés,* unifasciculés, pour les deux valves de l'ovaire.

VII. Dans le plan antéro-postérieur : *deux arcs opposés,* trifasciculés, pour les deux rayons placentaires et la fausse cloison; le faisceau médian de chaque mériphyte trifasciculé forme une méristèle normale et les deux faisceaux latéraux, une méristèle renversée située à la face interne de la méristèle normale et à la périphérie de la fausse cloison.

4° Les quatre sépales, les quatre pétales et les six étamines de la fleur

des Crucifères doivent être considérés comme ayant la valeur de quatorze feuilles distinctes.

Quant au gynécée, il est formé de quatre feuilles : deux valvaires, stériles; deux placentaires, fertiles. Ces quatre feuilles sont concrescentes par leurs bords; en outre les deux feuilles placentaires sont concrescentes par leur nervure médiane avec l'axe de la fleur; il en résulte une cloison divisant l'ovaire en deux loges.

5° La stèle de l'axe floral se reconstitue, d'habitude, après le départ de chaque verticille de mériphytes foliaires.

6° Le gynécée biloculaire doit être considéré comme le type normal, primitif; il est la conséquence de la dislocation du cylindre central en deux grands arcs et deux petits, par le départ des quatre mériphytes staminaux diagonaux.

7° Les gynécées triloculaire, quadriloculaire simple ou avec ovaire emboîté sont des types anormaux, n'ayant aucune signification au point de vue du gynécée primitif ou final des Crucifères; ils sont dus à la non-reconstitution de la stèle de l'axe floral après le départ des mériphytes allant aux six étamines (type triloculaire), ou aux six étamines, aux quatre pétales et aux quatre sépales (type tétraloculaire). Les six, huit, douze arcs restant dans la stèle deviennent immédiatement les mériphytes des six, huit, douze feuilles carpellaires qui entrent dans la constitution de ces gynécées anormaux.

8° La formule florale des Crucifères est, d'après nos recherches :

$$S(2_l + 2_m).P(4_d).E(2_l + 4_d).C(2_{ls} + 2_{mf}).$$

BOTANIQUE. — *Production expérimentale de l'appareil ascosporé de la Morille.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré, dans des Notes précédentes [1], qu'en partant de l'ascospore ou de la chair de l'appareil sporifère de la Morille on obtient aisément un mycélium qui reste stérile en cultures pures; si l'on vient à l'introduire dans un sol additionné de différentes substances organiques

---

[1] *Mycélium et forme conidienne de la Morille* (*Comptes rendus*, 22 fév. 1904). — *Forme conidienne et sclérotes de* Morchella esculenta *Pers.* (*Rev. gén. de Bot.*, t. XVI, p. 209).

on observe un abondant développement de la forme conidienne qui n'est autre chose que la Mucédinée décrite par Matruchot sous le nom de *Costantinella cristata*.

D'autre part les cultures du mycélium de la Morille donnent lieu, en milieu stérile, à la formation de sclérotes; ceux-ci se produisent dans les cultures qui proviennent de l'ascospore et ont été renouvelées un certain nombre de fois, ou bien, plus rapidement, dans celles qu'on a effectuées à partir du mycélium qui porte les conidies.

Les sclérotes sont particulièrement développés dans les cultures faites sur du pain trempé et stérilisé; dans des ballons de la contenance de 1^l on obtient, au bout de quelques mois, au-dessus du substratum et contre la paroi du verre, un anneau compact formé par des sclérotes d'abord distincts puis confluents; cette croûte épaisse, constituée par un faux tissu en tout semblable à celui qui forme la chair de l'appareil ascosporé, dont il a la saveur, peut mesurer 5^{cm} de hauteur et dans certains points jusqu'à 2^{cm} d'épaisseur; elle atteint quelquefois le poids de 50^g par ballon dans des cultures de 6 mois.

Mais jamais dans des milieux stériles on n'observe la formation d'asques. Le fait qu'on a souvent signalé l'apparition de Morilles en des endroits où avaient été enfouis des fruits tels que des poires ou des pommes, ou divers autres organes végétaux riches en réserves sucrées : topinambours, artichauts, etc., m'a amené à tenter la culture de la Morille dans un sol auquel j'ajoutais des pommes en même temps que le mycélium obtenu précédemment en cultures pures; deux de ces essais viennent d'être couronnés de succès.

L'un d'eux se rapporte à un semis de mycélium de *Morchella esculenta* fait au mois de mai 1903 dans du terreau contenu dans un pot de 25^{cm} de diamètre et auquel il avait été ajouté de la compote de pommes à une profondeur de 10^{cm} environ; laissé en même temps que d'autres pots traités de la même façon dans une serre froide, il ne produisit, comme eux, en 1903 et 1904, que la forme conidienne; transporté en octobre 1904 dans un jardin et enterré jusqu'à sa partie supérieure, il vient de donner (15 avril 1905) deux Morilles normalement constituées, mais très petites, alors que les pots laissés dans la serre pendant l'hiver n'ont offert aucun appareil ascosporé; il est probable que pour ces derniers l'humidité n'a pas été suffisante.

Le second essai correspond à un carré de terreau d'environ 80^{cm} de côté et 20^{cm} de profondeur; il y avait été ajouté à la fin du mois de décembre dernier environ 5^{kg} de compote de pommes en même temps que du mycélium qui avait été cultivé sur carottes; 20 jours après ce semis toute la surface du terreau était recouverte d'un tapis uniforme de *Costantinella*, et trois petites Morilles viennent d'y apparaître.

Il est à noter que dans ces cultures en terreau on n'observe pas les nombreux

sclérotes qui se constituent dans les cultures pures; comme d'autre part au début de leur formation les appareils ascosporés ne se distinguent ni par leur forme ni par leur structure du faux tissu des sclérotes, il est logique de considérer ceux-ci comme n'étant qu'une forme stérile des appareils hyméniens.

Nous avons donc réussi, en prenant l'ascospore de la Morille comme point de départ, à obtenir la forme conidienne, puis la forme parfaite de ce Champignon. Ces essais ne nous donnent pour le moment qu'un résultat de laboratoire, mais établissent les principes essentiels de la culture rationnelle de la Morille; celle-ci consistera, dans ses grandes lignes, à enfouir à l'automne des fruits sans utilisation, tels que des pommes blettes, dans un sol où l'on introduira en même temps le mycélium de l'espèce ou de la variété de Morille qu'on désirera récolter et qui aura été obtenu au préalable en cultures pures; la forme parfaite apparaîtra dès le printemps suivant.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'assimilation chlorophyllienne chez les jeunes pousses des plantes; applications à la Vigne.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Lorsque les organes assimilateurs sont encore jeunes, peu colorés en vert, on comprend que la décomposition du gaz carbonique soit très faible et que la respiration l'emporte; au fur et à mesure que ces organes se différencient, qu'ils prennent une teinte plus foncée, l'assimilation du carbone s'exerce d'une façon plus intense et c'est de l'oxygène qui est dégagé à la lumière.

Boussingault, en 1807, s'était posé la question de savoir si les feuilles naissantes sont douées de la faculté de décomposer l'acide carbonique et, en expérimentant sur la Vigne, le Haricot, l'Épinard, la Laitue, le Vernis du Japon, il y avait répondu d'une façon positive. Mais il n'a effectué aucune mesure volumétrique, se bornant à mettre en évidence les dégagements d'oxygène à l'aide d'un bâton de phosphore qui luit dans l'obscurité. Toutefois il admettait qu'à la lumière les feuilles naissantes respirent plus qu'elles n'assimilent et par conséquent émettent du gaz carbonique.

J'ai repris cette étude par la méthode des échanges gazeux en atmosphère confinée contenant de 5 à 10 pour 100 de gaz carbonique. En outre je me suis occupé des toutes jeunes feuilles encore réunies dans le bourgeon, des jeunes pousses entières et aussi de leurs feuilles, de leurs entre-nœuds

et de leurs vrilles considérés isolément. Enfin, après chaque expérience, j'ai recherché l'amidon formé dans les organes employés; cette recherche présentait un certain intérêt, car, selon Cuboni, les sommités de la Vigne, par exemple, ne produisent pas d'amidon et se comportent comme de véritables parasites aux dépens des parties inférieures, ce qui légitime leur suppression par l'opération culturale connue sous le nom d'*écimage*.

Parmi les très nombreuses expériences que j'ai exécutées au cours des années 1898, 1904 et 1905, je ne retiendrai ici que celles qui suffisent à justifier les conclusions contenues dans la présente Note.

A. ÉCHANGES GAZEUX. — α. *Bourgeons*. Le 4 mars 1905, des bourgeons de Pivoine longs de 5^{cm} à 7^{cm} portent la teneur du gaz carbonique du milieu qui les contient de 3,50 à 8,90 pour 100. Le même jour des bourgeons de Lilas près d'éclore font passer la proportion d'acide carbonique de 4,26 à 9,34 pour 100, la température variant entre 19° et 28° selon que le soleil était ou non couvert de nuages. Des résultats de même sens ont été obtenus aussi bien à la lumière directe qu'à la lumière diffuse. De plus le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$ n'a varié que de $\frac{1}{100}$ en passant de la lumière à l'obscurité (0,94 au lieu de 0,95).

Ce qui tend à montrer que l'assimilation doit être extrêmement faible et que, dans tous les cas, elle est facilement masquée par la respiration.

De pareils résultats avaient déjà été obtenus en partie par Garreau, en 1851, dans ses remarquables études sur la respiration des plantes et j'ai vérifié qu'on pouvait les étendre aux bourgeons du Poirier, du Marronnier, du Tilleul, etc. J'ai constaté en outre que les folioles isolées des bourgeons non éclos ne dégagent pas non plus d'oxygène à la lumière; mais quand les bourgeons sont épanouis, que la nutation a étalé leurs folioles, ils sont alors capables de dégager de l'oxygène.

Ainsi un bourgeon épanoui de Lilas a ramené la teneur en acide carbonique de 7,11 à 6,75 pour 100, et il en a été à peu près de même pour les bourgeons du *Spiræa ariæfolia*.

β. *Jeunes rameaux feuillés*. — Le 15 juin 1904, des jeunes pousses de Vigne, longues de 30^{cm} environ et portant cinq feuilles plus ou moins développées, sont exposées à la lumière diffuse dans de l'air contenant 9,80 pour 100 d'acide carbonique, la température étant de 22°. Au bout de 2 heures, la teneur en gaz carbonique s'élevait à 12,30 pour 100. Mais le lendemain, par un temps plus clair, des pousses semblables aux précédentes n'ont dégagé que 0,75 pour 100 d'acide carbonique au lieu de 2,50 pour 100.

Donc, avec une plus forte intensité lumineuse, la respiration l'a emporté

de très peu sur l'assimilation et il en a été de même avec des jeunes pousses de Rosier, de Peuplier, de Noyer.

Mais, à la lumière solaire directe, j'ai pu observer, par exemple, que des sommités de Vigne ont ramené le taux d'acide carbonique de 11,33 pour 100 à 11,05 pour 100, la température étant de 26°.

L'assimilation a donc été cette fois la plus forte.

γ. *Jeunes feuilles, vrilles et entre-nœuds.* — Le 3 juillet, deux feuilles de Vigne, nouvellement épanouies et mesurant $1^{cm},5$ de large, sont mises en expérience en même temps que les mérithalles correspondants, à la lumière diffuse, la température étant de 20°.

La proportion de gaz carbonique a passé de 11,75 pour 100 à 10,85 pour 100 avec la plus jeune feuille, d'un vert très pâle et un peu poilue; à 8,66 pour 100 avec l'autre; mais les mérithalles ont dégagé 1,40 pour 100 d'acide carbonique.

J'ai obtenu des résultats analogues avec les plus jeunes feuilles normalement rougeâtres de Rosier, de Mahonia. Pourtant, après des matinées fraîches, les jeunes feuilles rougeâtres de Vigne assimilent moins que d'habitude et il peut arriver, si le temps est bas, que la respiration égale ou dépasse l'assimilation.

Quand la respiration l'emporte, il faut admettre, puisque les feuilles dégagent de l'oxygène, que ce sont les mérithalles et les vrilles qui changent le sens du résultat qu'on obtiendrait avec ces dernières. Toutefois, les mérithalles n'ont, par unité de volume, qu'une intensité respiratoire égale à la moitié environ de celle des feuilles. Cette intensité diminue avec l'âge, en même temps que le tissu assimilateur s'organise, de sorte que les mérithalles aoûtés décomposent nettement le gaz carbonique, ce qui m'a conduit à vérifier les résultats obtenus autrefois par M[lle] Goldfluss sur l'assimilation des rameaux de Vigne, de Hêtre, de Bouleau, etc.

B. Production d'amidon. — Dans toutes les expériences que j'ai rapportées ci-dessus, j'ai eu soin de soumettre les échantillons sortant des éprouvettes à l'épreuve de l'iode pour voir s'ils contenaient de l'amidon. Or, dans la Vigne notamment, les deux ou trois jeunes feuilles n'en contiennent jamais, ainsi que l'avait d'ailleurs constaté déjà Cuboni; mais, comme ces feuilles assimilent, il y a là un cas de plus à ajouter à tant d'autres pour montrer que la non-existence de l'amidon dans des organes plus ou moins verts ne suffit pas à prouver que ces organes sont incapables d'assimiler le carbone aérien.

Aux résultats particuliers qui viennent d'être signalés, j'ajouterai cette

considération qui en découle, à savoir qu'il est exagéré de prétendre légitimer l'opération culturale, dite de l'*écimage* de la Vigne, exclusivement par ce fait que les rameaux supprimés vivaient en parasites sur les parties inférieures. Ce parasitisme est très faible ou nul selon l'éclairement; il peut même ne jamais exister si l'on considère une sommité portant une ou deux feuilles bien développées. Le reflux de la sève vers les sarments, les fruits et les souches, le bon équilibre entre la partie foliaire restante et la masse des raisins sont bien plutôt, comme on l'a souvent avancé, les vraies causes des bons effets que l'on attribue à l'écimage.

M. **Wladimir de Rippas** adresse une Note *Sur les triangles égyptiens*.

M. **H. Le Covec** adresse une Note *Sur l'*Aphis piri.

Mgr **Rougerie**, évêque de Pamiers, adresse une Note *Sur les causes de la formation des courants atmosphériques*.

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du mardi 25 avril 1905.

Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur, dans la séance du 10 *avril* 1905, par M. H. Poincaré. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXL, p. 998.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Les principes de la Mécanique, par M. E. Wickersheimer. Paris, Vve Ch. Dunod, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Études sur la classification et l'évolution des Hippurites, par Ar. Toucas, 2e partie, avec 10 planches. [*Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie;*

t. XII, fasc. IV. Mémoire 30 (suite et fin).] Paris, au siège de la Société géologique de France, 1904; 1 fasc. in-4°.

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. *Annuaire pour l'année* 1905. Paris, Ph. Renouard, 1905; 1 fasc. in-12.

Bulletin de la Société philomathique de Paris, 9e série, t. VII, n° 1, 1905. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Origin of the planets and cause and mode of production of terrene phenomena. Geography of pleistocene earth, by J.-I. LENGSFIELD. Vicksburg, Mississipi, E. U., 1897; 1 fasc. in-8°.

Explanation of cause of weight, by J.-I. LENGSFIELD. Vicksburg, Mississipi, E. U., 1905; 1 fasc. in-8°.

Zur Kenntnis des Solanins, von JOHANN WITTMANN, aus dem chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien; mit 2 Textfiguren. Vienne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Some observations on the biology of the cholera spirillum, by WM B. WHERRY. Manille, Bureau of Government Laboratories, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par M. KRISCHTAFOWITSCH; vol. VII, livr. 5. Novo-Alexandria, 1905; 1 fasc. in-4°.

Queensland geographical journal; new series, 19th session, 1903-1904, t. XIX, n° 5. Brisbane; 1 fasc. in-8°.

Almanach der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, dreiundfünfzigster Jahrgang 1903. Vienne; 1 fasc. in-12.

Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien; neue Folge, Nr 22-24. Vienne, 1903-1904; 3 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Kl. der k. Akademie der Wissenschaften in Wien : Abt. I, Nr 4-10; Abt. II *a*, Nr 7-10; Abt. II *b*, Nr 7-10; Abt. III, Nr 1-10. Vienne, 1903; 11 fasc. in-8°.

Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Kl.; Bd. LXXIV, 1904. Vienne; 1 vol. in-4°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud,
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 17.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 25 avril 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. P. FLICHE. — Deux observations relatives à la flore des jeunes taillis.......... 1129

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale un Ouvrage de M. *E. Wickersheimer*, ayant pour titre : « Les principes de la Mécanique »................................ 1132

MM. le duc DE GUICHE et HENRI GILARDONI. — Sur un nouvel embrayage............... 1132

M. D. GERNEZ. — Sur la lumière émise par les cristaux d'anhydride arsénieux........ 1134

M. CH. FABRY. — Sur l'application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielle.................. 1136

M. S. TURCHINI. — Sur les variations d'éclat données par un tube de Crookes....... .. 1139

M. PIERRE BREUIL. — Application du microscope à l'examen du caoutchouc.... .. 1142

M. GERBER. — Le diagramme floral des Crucifères......... 1143

M. MARIN MOLLIARD. — Production expérimentale de l'appareil ascosporé de la Morille.......................... 1146

M. ED. GRIFFON. — L'assimilation chlorophyllienne chez les jeunes pousses des plantes; applications à la Vigne.......... 1148

M. WLADIMIR DE RIPPAS adresse une Note « Sur les triangles égyptiens »........... 1151

M. H. LE COVEC adresse une Note « Sur l'*Aphis piri* »......................... 1151

Mgr ROUGERIE adresse une Note « Sur les causes de la formation des courants atmosphériques »............................ 1151

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.. 1151

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 18 (1er Mai 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MAI 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles recherches sur la combinaison chimique;* par M. **Berthelot**.

J'ai poursuivi mes expériences relatives à l'influence d'une haute température, suivie d'un refroidissement brusque, sur la combinaison chimique. Je vais m'occuper spécialement de la formation du gaz ammoniac au moyen de ses composants, azote et hydrogène : formation dont on avait admis la réalisation, dans des conditions restées d'ailleurs un peu obscures, au moyen du tube chaud et froid.

Rappelons que toutes mes expériences ont été exécutées à volume sensiblement constant et par conséquent sous une pression croissant avec la température en général, ainsi qu'avec le degré de décomposition des gaz composés en particulier. Aucune trace de mercure n'est introduite dans les tubes, soit avant, soit pendant leur remplissage au moyen des gaz.

Le chauffage du gros tube de terre ou de porcelaine est produit à l'aide d'une large bande de platine, épaisse de $\frac{1}{75}$ de millimètre environ, enroulée en forme d'hélice autour du tube de terre et dans laquelle circule un courant alternatif de 20 à 25 ampères, avec voltage de 80 à 90 volts. Ce gros tube de terre renferme le petit tube de silice, scellé au chalumeau, et enveloppé complètement par une mince feuille de platine, destinée à le préserver du contact du gros tube. Je rappellerai encore que les gaz sont introduits dans le tube de silice sous une pression initiale voisine d'une demi-atmosphère, dans la plupart des cas; tandis que leur pression devient double ou triple de celle de l'atmosphère, au moment où la température est le plus élevée; mais qu'elle est retombée à une demi-atmo-

sphère et au-dessous, lorsqu'on a plongé les tubes tout rouges dans l'eau, ou qu'on les a laissés refroidir lentement dans l'atmosphère et conservés plusieurs heures avant de les ouvrir sur le mercure, afin de recueillir les gaz subsistants. Ces conditions excluent l'hypothèse et la possibilité de toute pénétration directe des gaz atmosphériques au cours des expériences, par fissures ou petits trous, et autrement que par endosmose.

Voici les expériences :

1. *Azote et hydrogène :* $Az + H^3$. — Rapports des volumes employés 1:3. Pression initiale $0^m,382$ (1). — 1300°. 1 heure à température fixe (2).

Refroidissement instantané. — Il ne s'est pas formé la moindre trace de gaz ammoniac, décelable par l'introduction d'une bulle de gaz chlorhydrique. Les parois du tube siliceux n'en retenaient pas davantage, isolable par un lavage acide. Le rapport final en volumes entre les gaz du mélange a été trouvé

$$Az = 42; \qquad H = 78,$$

rapport voisin de 1 à 2; c'est-à-dire que l'hydrogène a disparu en plus forte dose que l'azote.

En somme, d'après les mesures, il y avait perte de 8 volumes d'azote et de 72 volumes d'hydrogène, sans doute par transpiration. L'hydrogène qui sort ainsi du tube doit brûler aussitôt au contact de l'air, et même avant d'avoir traversé complètement la paroi.

2. *Azote et hydrogène.* — Expérience conjuguée. Mêmes rapports : chauffage simultané dans le même tube de terre. Pression initiale $0^m,365$. — 1300°. 1 heure. *Refroidissement lent.*

Nulle trace d'ammoniaque formée.

Rapport final en volumes : Az = 64; H = 121; voisin de 1 : 2.

Azote perdu = 11 volumes; H = 104.

Ce sont sensiblement les mêmes rapports que dans l'expérience conjuguée avec refroidissement brusque.

Ainsi l'azote et l'hydrogène purs ne se combinent pas dans les conditions précédentes, conditions où n'intervient d'ailleurs aucun corps étranger,

---

(1) Dans toutes les expériences, on a mesuré simultanément la pression atmosphérique, au même moment.

(2) Atteinte seulement au bout d'une première heure de chauffage graduel, dans toutes les expériences.

métal ou autre, susceptible de former des composés azotés ou hydrogénés jouant le rôle d'intermédiaires (catalysateurs).

Comme contrôle, j'ai institué l'expérience réciproque de la décomposition du gaz ammoniac.

3. *Gaz ammoniac pur.* — Ce gaz étant formé avec condensation de moitié, j'ai dû remplir le tube sous une pression initiale moitié moindre, afin que la pression finale, après réaction, pût être la même à peu près que dans les essais précédents.

Pression initiale, $0^{m},193$. — 1300°, 1 heure. — Les gaz recueillis sont formés par un mélange d'azote et d'hydrogène, ne renfermant plus aucune trace d'ammoniaque.

Rapports de volume : Azote = 65; hydrogène = 150.

Azote perdu = 13 volumes; H = 84 volumes [par transpiration (1)].

Ce sont à peu près les mêmes rapports que ci-dessus, l'expérience d'ailleurs n'a pas été simultanée.

Ces essais confirment la réalité d'une décomposition totale et non réversible de l'azoture d'hydrogène par la chaleur.

Rappelons à cet égard des observations anciennes, faites avec le concours de l'électricité, lesquelles fournissent des résultats différents.

L'hydrogène et l'azote se combinent en effet par l'action de l'électricité silencieuse (effluve), laquelle décompose aussi en sens inverse le gaz ammoniac. Les deux phénomènes contraires, provoqués à froid dans des conditions d'effluve aussi semblables que possible, aboutissent à un même équilibre, dans lequel 3 centièmes des gaz composants sont combinés, d'après mes anciennes expériences (2).

En faisant traverser les gaz composants par une série d'étincelles électriques, on observe facilement des traces de combinaison, susceptibles d'être constatées en accumulant les effets par l'absorption des produits au moyen d'un acide : expérience déjà relatée dans les anciennes éditions du *Traité élémentaire de Chimie* de Regnault. A l'époque de ses essais exécutés avec le tube chaud et froid, H. Deville expliquait ce résultat par la haute température de l'étincelle et le refroidissement brusque des produits, c'est-à-dire par des conditions calorifiques. En réalité, on obtient ainsi le résidu

(1) Une partie de ces pertes pourrait être attribuée à une transpiration du gaz ammoniac lui-même. Cependant celle-ci n'a pas été sensible au-dessous de 1000° (comme il sera dit plus loin), dans des conditions semblables de durée et d'épaisseur des vases.

(2) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 375.

d'une action d'effluve, exercée autour de l'étincelle dans la région refroidie; action semblable à celle qu'on réalise à froid. Dans tous ces effets d'effluve interviennent des phénomènes attribuables à ce que l'on appelait autrefois la charge électrique des gaz, qui se traduit dans le langage d'aujourd'hui par leur ionisation.

J'ai cru utile de vérifier par des expériences directes l'influence du refroidissement brusque sur un mélange d'azote, d'hydrogène et de gaz chlorhydrique : dans la pensée que cet acide pourrait exercer une influence déterminante sur la combinaison, ainsi qu'on en connaît de nombreux exemples parmi les phénomènes attribués aux affinités prédisposantes ou à l'état naissant; c'est-à-dire déterminés, suivant mon interprétation générale et précise, par le concours d'une énergie supplémentaire, résultant de la combinaison de l'acide avec la base qui tend à se former. Voici ces nouveaux essais.

4. *Azote, hydrogène et gaz chlorhydrique, dans les rapports de volume* $Az + H^3 + HCl$. — Pression initiale $0^m,3685$. — 1300°, 1 heure. *Refroidissement instantané.*

On retrouve le gaz chlorhydrique ([1]) et les deux autres composants : azote $= 48^{vol}$; hydrogène $= 123^{vol}$.

La perte relative sur l'hydrogène est supérieure à la perte sur l'azote transpiré, comme plus haut.

Quant au chlorhydrate d'ammoniaque qui aurait pu se former, il devrait exister condensé aux parois intérieures du tube; mais on n'en a retrouvé aucune trace. L'eau de lavage ne précipite même pas l'azotate d'argent.

5. Même expérience. *Refroidissement lent :*

$$\text{Azote final} = 47^{vol}; \qquad H = 108^{vol}.$$

Pas trace de chlorhydrate d'ammoniaque.

6. *Chlorhydrate d'ammoniaque.* — Expérience de contrôle. On a pesé un poids convenable de ce sel, on l'a introduit dans une ampoule où l'on a fait le vide complet avec la trompe à mercure. — 1300°. 1 heure.

Le sel a complètement disparu; les gaz recueillis renferment du gaz

---

([1]) Son dosage exact n'est guère possible dans ces conditions, en raison des traces d'humidité que renferme le mercure de la cuve sur laquelle on récolte les gaz, après l'expérience. Il faudrait opérer sur du mercure séché spécialement; ce qui complique les essais.

chlorhydrique, plus

$$\text{Azote} = 33^{\text{vol}}, \qquad H = 64^{\text{vol}}.$$

L'azote correspondant au poids du sel employé était presque intégralement conservé, tandis qu'un tiers de l'hydrogène avait transpiré.

En tout cas, il ne subsiste aucune trace de chlorhydrate d'ammoniaque dans le tube.

J'ai encore fait les expériences suivantes, destinées à vérifier la stabilité du gaz chlorhydrique pur et celle du gaz ammoniac, à différentes températures.

7. *Acide chlorhydrique gazeux.* — Pression initiale : $0^{\text{m}},356$. — 1300°. 1 heure; *refroidissement brusque.*

On n'observe ensuite aucun gaz qui attaque le mercure, au moment où le tube est ouvert sur la cuve. Les gaz recueillis sont dissous par une petite quantité d'eau, sauf une bulle de $0^{\text{cm}^3},03$, laquelle ne renferme pas d'hydrogène (d'après combustion eudiométrique). Ce résidu est attribuable à une légère pénétration d'azote extérieur.

8. *Acide chlorhydrique gazeux.* — Pression initiale : $0^{\text{m}},3726$. Le petit tube de silice, entouré d'une feuille de platine, a été placé dans un gros tube de porcelaine vernie. On fait circuler dans le gros tube environnant un courant lent d'air, que l'on dirige ensuite à travers un petit récipient contenant quelques centimètres cubes d'azotate d'argent étendu, afin de constater la transpiration des moindres traces de gaz chlorhydrique. On a maintenu successivement les températures que voici :

600°, 1 heure; 1000°, 1 heure; 1300°, 50 minutes.

Jusque-là on n'a pas constaté de transpiration appréciable de gaz chlorhydrique.

On ouvre alors le tube de silice sur le mercure et l'on y introduit quelques gouttes d'eau, qui dissolvent entièrement le gaz intérieur : ce qui montre qu'il n'était pas décomposé, ou plutôt qu'il n'avait pas perdu au cours de l'expérience l'un de ses composants en proportion supérieure à l'autre.

9. Même expérience, portée à une température plus haute. Pression initiale $0^{\text{m}},381$. On met 1 heure 30 minutes pour élever la température jusqu'à 1400°. Le gaz ne transpire pas encore.

Puis on passe de 1400° à 1500° en 20 minutes. On commence à apercevoir un louche dans l'azotate d'argent.

1500°, 25 minutes. Le louche s'accuse de plus en plus.

Mais à ce moment le tube ramolli se gonfle et fait explosion. Ainsi la perméabilité n'a commencé à être sensible, pour une durée de quelques minutes, qu'entre 1400°-1500°.

10. *Stabilité relative du gaz ammoniac,* AzH^3. — Pression initiale $0^m,665$. 600°, 1 heure.

Gaz initial, mesuré à la pression ordinaire : $2^{cm^3},16$.

Gaz final, aux mêmes pression et température : $2^{cm^3},28$.

AzH^3	2,04
Az libre	0,06
H libre	0,18

D'après le dosage total, l'azote initial du système subsiste, ainsi que l'hydrogène; c'est-à-dire qu'aucune transpiration n'a eu lieu.

Cependant, il y a eu décomposition partielle : soit 5,5 centièmes du gaz initial. L'azote et l'hydrogène produits étaient dans les rapports de 1 : 3.

Cette décomposition se serait poursuivie, en prolongeant l'expérience.

11. *Gaz ammoniac,* AzH^3. — Pression initiale $0^m,378$, 800°, 1 heure. Refroidissement lent. Décomposition partielle, ayant fourni

Az	0,23
H	0,70

Ce sont les rapports 1 : 3; c'est-à-dire qu'il n'y a pas eu transpiration spéciale d'hydrogène.

La dose d'ammoniac décomposé est des 9,5 centièmes du gaz primitif.

12. *Expérience semblable à* 800°, 1 heure. — Mêmes rapports observés entre l'hydrogène et l'azote. Dose décomposée : 10,0 centièmes; ce qui concorde.

Il résulte de ces expériences que la décomposition du gaz ammoniac commence déjà vers le rouge sombre.

Elle s'accélère à 800°; mais elle ne devient totale dans la durée de 1 heure qu'à une température notablement plus haute, telle que 1300°. A ce moment, pour cette durée de temps et à la pression réalisée, il ne subsiste plus aucune trace d'ammoniaque, même en présence du gaz chlorhydrique.

Enfin la transpiration de l'hydrogène, en 1 heure, et avec les épaisseurs des tubes employés ($0^{mm},7$), ne devient sensible que notablement au-dessus de 800°.

Voici maintenant deux expériences conjuguées et simultanées, relatives à une autre combinaison, susceptible cette fois de dissociation réversible, l'hydrogène sulfuré.

13. *Hydrogène sulfuré,* H^2S. — Pression initiale $0^m,3726$. — 1300°, 1 heure. *Refroidissement lent.*

Le gaz recueilli demeure entièrement absorbable par une solution de potasse.

La séparation de l'hydrogène et du soufre, qui a pu avoir lieu à haute température, ne laisse aucune trace permanente, appréciable dans ces conditions.

14. *Hydrogène sulfuré.* — Pression initiale $0^m,366$. — 1300°, 1 heure. *Refroidissement instantané.*

Après action de la potasse sur les gaz, il subsiste cette fois une petite quantité d'hydrogène libre, s'élevant aux 5 centièmes du volume du gaz initial. C'est l'indice d'une dissociation produite à haute température.

On réussit à la constater, même sans ouvrir le tube, en en refroidissant brusquement la pointe seule : il s'y condense un peu de soufre, que le réchauffement de la masse fait ensuite disparaître.

S'il est possible de reconnaître ainsi la dissociation, c'est parce que la vitesse de recombinaison de l'hydrogène et du soufre gazeux est inférieure à celle du refroidissement du système dissocié. Mais on ne tire de là aucune mesure. Celle-ci ne pourrait résulter que d'une propriété établissant l'état actuel de ce gaz à haute température : par exemple une détermination de densité.

L'ensemble des expériences que j'ai publiées dans la présente Note et dans celle du 3 avril 1905 jette, ce semble, une lumière nouvelle sur les rôles comparés de la chaleur et de l'électricité pour déterminer les combinaisons et les décompositions, tant réversibles (dissociation) que non réversibles.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la perméabilité des tubes de silice fondue;* par M. BERTHELOT.

En raison de l'intérêt que présente la perméabilité des parois de silice fondue, il me paraît utile d'appeler l'attention sur les résultats constatés à cet égard dans le cours de mes nouvelles expériences. Je parlerai d'abord de l'hydrogène.

1. Une ampoule renfermant quelques centimètres cubes d'hydrogène pur, scellée sous la pression ordinaire, a été introduite dans le vide d'un baromètre. Un baromètre conjugué, sans ampoule, était juxtaposé sur la même cuve à mercure, dans l'atmosphère du laboratoire. Pendant 18 jours, on n'a pu constater aucune différence entre les deux instruments.

On a enfoncé ensuite verticalement, dans une cuvette profonde de 1^m et remplie de mercure, le baromètre qui contenait l'ampoule, sans la briser; puis on a ouvert, sous le mercure, un petit robinet qui le terminait. On n'a pas recueilli la moindre trace de gaz. L'hydrogène ne transpire donc pas, d'une façon appréciable, dans ces conditions de durée, de température et d'épaisseur de la paroi de silice.

2. D'après les expériences sur la décomposition de l'ammoniaque, citées dans mon autre Note, cette transpiration de l'hydrogène ne paraît pas appréciable, en une heure, aux températures de 600° et 800°; du moins avec les épaisseur ($0^{mm},7$ environ) et constitution physique et chimique des tubes que j'emploie.

Au contraire, à 1300°, la transpiration de l'hydrogène est très manifeste, durant la décomposition du gaz ammoniac et durant celle des carbures d'hydrogène.

3. Celle du gaz chlorhydrique n'a été manifeste qu'au-dessus de 1400°. Celle de l'acide carbonique ne l'était guère à 1300°.

4. La transpiration de l'azote n'est pas non plus sensible à 800°. Elle doit être faible ou nulle à 1000°, d'après les observations thermométriques de MM. Jacquerot et Perrot (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1032). Mais elle paraît manifeste vers 1300° à 1400°, au bout de quelques heures, et celle de l'oxygène encore davantage, d'après les expériences citées dans l'un de mes précédents Mémoires (*Comptes rendus,* t. CXL, 27 mars 1905, p. 824, 822, etc.).

Il m'a semblé opportun d'exécuter des expériences spéciales sur cette question, ainsi que sur les changements de volume intérieur des tubes de silice, résultant de leur ramollissement calorifique. Voici mes observations :

5. Un tube a été étiré en pointe fine, et le volume de l'air qu'il contenait à la température ordinaire et sous la pression atmosphérique actuelle, mesuré exactement au moyen de la trompe à mercure, ce qui a fourni $5^{cm^3},45$; volume qui doit être réduit à $5^{cm^3},35$, en en retranchant celui de la partie capillaire, enlevée au chalumeau au moment du scellement : c'est la capacité initiale.

Ce tube ainsi jaugé, sans y introduire de mercure, a été rempli d'air, sous

la pression de $0^{m},2815$; puis scellé. Le volume de l'air qu'il contenait alors, réduit à 15° et $0^{m},76$, était $1^{cm^3},97$.

On a porté le tube à 1400°, et on l'a maintenu à cette température pendant 1 heure; on l'a laissé refroidir lentement; puis on l'a relié avec la trompe à mercure. On en a cassé la pointe fine, et l'on a évacué et recueilli le gaz restant. Le volume obtenu était, à un état réduit pareil : $1^{cm^3},58$.

D'autre part, on a laissé ensuite rentrer l'air sous la pression atmosphérique actuelle (1) dans l'ampoule, et l'on a évacué et recueilli cet air comme plus haut; ce qui a fourni la capacité finale : $6^{cm^3},50$.

La capacité s'était donc accrue de $1^{cm^3},15$; soit d'un cinquième environ, par l'effet du gonflement de la silice ramollie, soumise d'abord vers 1400° à une pression intérieure presque double de celle de l'atmosphère ambiante.

Cependant le volume réduit des gaz inclus avait diminué de $0^{cm^3},39$, c'est-à-dire de 20 centièmes environ; par l'effet de la transpiration provoquée par cet excès de pression, joint avec les actions osmotiques propres de la paroi sur l'azote et l'oxygène intérieurs.

Les gaz recueillis ont été analysés. Ils renfermaient à l'origine :

	cm³
Azote	1,56
Oxygène	0,41
	1,97

A la fin de l'expérience, la proportion centésimale de l'oxygène dans le mélange n'était plus que de 17,7 centièmes, au lieu de 20,8; dose normale dans l'air atmosphérique. On en conclut pour l'état final :

	cm³
Azote	1,30
Oxygène	0,28
	1,58

En somme, supposons le tube porté de 0° à 1400°, en admettant que sa capacité intérieure fût demeurée la même qu'à la température ordinaire, et qu'aucun gaz ne s'en fût échappé; la pression intérieure se serait élevée à $1^{atm},9$; c'est-à-dire à une valeur presque double de la pression atmosphérique exercée sur ses parois. Mais avec les gaz recueillis à la fin et avec la capacité acquise, supposée demeurée constante après refroidissement, la pression intérieure serait voisine de $1^{atm},2$.

(1) Mesurée et sensiblement la même qu'au début.

Dans ces conditions et durant l'espace d'une heure à 1400°, la transpiration de l'azote s'est élevée à $0^{cm^3},26$, soit le sixième de son volume initial, et la transpiration de l'oxygène à $0^{cm^3},13$, soit le tiers environ de son volume initial. On peut remarquer que ces effets sont analogues par leur grandeur relative à ceux qu'exercerait l'action dissolvante de l'eau sur l'air atmosphérique. Sans insister sur ce rapprochement, il est permis d'admettre que, à une haute température, l'oxygène traverse la paroi de silice en proportion notablement plus forte que l'azote; la perméabilité de cette paroi pour l'hydrogène étant d'ailleurs beaucoup plus considérable.

Je recherche en ce moment jusqu'à quel point le verre porté à la température de son ramollissement serait perméable aux gaz : cette question touche à une multitude de problèmes d'analyse chimique et autres d'une grande importance.

Voici quelques observations relatives à la perméabilité du verre. — Avec un verre dur il n'y a ni déformation des vases, ni transpiration de l'air jusqu'à 550°, d'après les mesures prises avec mon petit thermomètre à gaz (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 300), dont le point zéro se retrouve constant. — Avec le verre blanc ordinaire des tubes fermés par un bout, la température de 550° détermine un léger gonflement, sans déperdition sensible d'hydrogène, dans l'espace d'une heure. Mais lorsque la température est portée vers 600°-650°, le tube (rempli à froid sous une pression voisine d'une demi-atmosphère) se gonfle fortement : sa paroi ramollie s'amincit et sa capacité augmente d'un tiers environ. La dose d'hydrogène transpiré s'élève à un sixième environ en 1 heure, ou moins (deux essais). — Je poursuis ces études.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'iodure mercurique sur l'acide sulfurique et sur les sulfates de mercure.* Note de M. **Alfred Ditte.**

J'ai montré en 1878 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 120) que les acides chlorhydrique et bromhydrique se combinent par simple addition de leurs éléments avec le sulfate de mercure en formant des produits SO^3HgO, HCl; SO^3HgO, HBr volatils sans décomposition et qui peuvent être formés directement par l'union des chlorure et bromure mercuriques avec l'acide sulfurique monohydraté. L'acide iodhydrique ne donne rien d'analogue et l'acide sulfurique ne se combine pas davantage à l'iodure mercurique. Si l'on vient à chauffer le mélange il y a dégagement d'iode et formation de sulfate de mercure; Souville admet l'existence d'un composé $HgOSO^3, 2HgI^2$ que l'eau et la chaleur décomposent (*Journal de*

Phys., t. XXVI, p. 475), mais on n'obtient aucun produit volatil renfermant, avec les éléments de l'acide sulfurique, ceux de l'iodure HgI^2. De même une solution de sulfate mercurique ne dissout que très peu d'iodure et son évaporation laisse une masse jaunâtre hérissée de petits cristaux qui, soumise à l'action de la chaleur, laisse un résidu fixe et dégage de l'iode puis de l'iodure HgI^2. Dans ce cas encore on n'observe pas de combinaison définie d'acide sulfurique et d'iodure, ou de sulfate mercurique avec l'acide iodhydrique.

Lorsqu'on chauffe de l'iodure mercurique avec de l'acide sulfurique monohydraté, cet iodure devient jaune à 126°; vers 200° il commence à se sublimer et il vient se condenser en paillettes jaunes sur les parois du ballon. La température s'élevant davantage, on voit apparaître un peu de vapeurs d'iode qui se condensent au-dessus de l'iodure dans le col du ballon, et quand on laisse refroidir on voit se déposer au bout de quelques jours, quelquefois après quelques heures, des houppes soyeuses d'aiguilles blanches adhérentes aux parois du vase.

La production de l'iode est de nature à surprendre; elle serait toute naturelle si la réaction pouvait donner lieu à de l'acide iodhydrique, que l'acide sulfurique décomposerait aussitôt; mais, dans ces conditions, ce gaz ne peut pas se produire, la réaction :

$$HgI^2 \text{sol} + SO^4H^2 = SO^3HgO + 2HI - 62,1$$

étant fortement endothermique, et elle le serait encore en considérant HgI^2 à l'état de vapeurs. On ne peut pas non plus attribuer la production de l'iode à une dissociation de HgI^2 sous l'influence de la chaleur; j'ai pu constater en effet que cette dissociation ne commence pas avant 300° et que jusqu'à ce degré la vapeur de HgI^2 ne présente pas la moindre coloration violette. Je me suis servi à cet effet d'une ampoule de verre ayant à peu près 150^{cm^3} de capacité, reliée à une autre ampoule de 3^{cm^3} à 4^{cm^3}, rattachée à la première par un tube droit contenant du HgI^2. On chauffe au bain d'huile l'appareil préalablement privé d'air et contenant du HgI^2; l'iodure se vaporise sans se décomposer et remplit les ampoules d'une vapeur qui, jusque vers 300°, ne présente aucune coloration violette. En retirant brusquement l'appareil de l'huile, la vapeur qui remplit les ampoules se condense sur les parois et donne lieu presque instantanément à la formation de cristaux jaunes, qui deviennent rouges en majeure partie au bout de très peu de temps, tandis que les autres, isolés, peuvent rester jaunes et transparents pendant plus de 8 jours. Le poids de l'iodure renfermé dans la

grande ampoule permet de déterminer la tension que possède la vapeur de l'iodure HgI^2 à la température du bain d'huile; j'ai trouvé ainsi pour la valeur de cette tension maximum :

A 195°-200°	1,5 mm	
210	7,2	
230	20,6	
250	55,3	la fusion de l'iodure a lieu à 258°
270	131,9	
308	267,0	

Quand on opère dans un vase ouvert l'action de l'oxygène de l'air peut être représentée par :

$$HgI^2 \text{ sol. j.} + SO^4H^2 + O = SO^4Hg \text{ sol} + H^2O \text{ gaz} + 2I + (q + q_1 - q_2 - 4,7)$$

[q étant la chaleur de dissolution, négligeable, du sulfate de mercure dans l'acide monohydraté qui le dissout à peine; q_1 la chaleur de combinaison, environ $7^{Cal},5\,(6,1+1,4)$, de l'eau vapeur avec SO^4H^2 liquide; q_2 la chaleur de vaporisation de HgI^2 dont on peut ne pas tenir compte tant qu'il y a du HgI^2 solide sur lequel SO^4H^2 peut agir]. Cette réaction serait possible; mais, si l'on élimine l'oxygène en opérant dans un vase entièrement plein d'acide sulfurique et muni d'un tube de dégagement qui lui est soudé, on constate encore que l'iodure, jaune à partir de 126°, n'émet pas de vapeurs sensibles jusqu'aux environs de 200°, mais qu'au-dessus de cette température il commence à dégager un peu d'iode qui, se dissolvant dans l'acide sulfurique, le colore faiblement en violet jusqu'à une hauteur de 2^{cm} à 3^{cm} au-dessus de l'iodure. Vers 230° la coloration violette devient plus intense et l'on voit apparaître quelques rares bulles de gaz sulfureux dont le dégagement devient abondant vers 135°. La couleur de l'iode disparaît par le refroidissement et, au bout de quelques heures ou de quelques jours, il se dépose en houppes d'aiguilles blanches, comme on l'a dit précédemment.

L'action de l'oxygène sur HgI^2 ne saurait du reste expliquer ce dégagement d'acide sulfureux; il tient à ce que l'acide sulfurique monohydraté éprouve sous l'action de la chaleur une dissociation partielle. Déjà vers 260° on observe une formation assez abondante de vapeurs d'anhydride en même temps qu'il se forme de l'acide ordinaire, bouillant à 325°. Or une trace d'anhydride sulfurique suffit pour donner lieu à une action exothermique avec formation d'iode et de gaz sulfureux :

$$HgI^2 \text{ jaune} + 2SO^3 \text{ gaz} = HgOSO^3 + SO^2 \text{ gaz} + I + 14^{Cal},6$$

et la petite quantité d'anhydride est reproduite par dissociation à mesure qu'elle disparaît pour provoquer la réaction. Rien n'est plus facile que de constater cette influence de l'acide sulfureux; quand on projette du HgI^2 dans de l'acide de Nordhausen, qui renferme de l'anhydride sulfurique à l'état de dissolution, il devient à froid instantanément noir, et si l'on chauffe doucement, le dégagement d'acide sulfureux commence, pour devenir intense à 100°; de l'iodure se dissout, quelques fumées blanches d'anhydride sulfurique s'échappent en même temps, et l'on obtient une liqueur noire, épaisse, que l'on voit se former également quand on met de l'iode en contact avec de l'acide sulfurique chargé d'anhydride, qui peut en dissoudre des quantités considérables. Sellok (*Deutsch. chemische Gesellschaft*, t. IV, 1871, p. 100) prétend avoir obtenu une combinaison cristallisée SO^3I^2 en même temps qu'il y a oxydation partielle de l'iode. La liqueur sulfurique noire préparée avec HgI^2 donne un précipité rouge de cet iodure, quand on la verse dans l'eau; soumise à l'action de la chaleur elle devient peu à peu incolore; par refroidissement il s'y forme des cristaux blancs de sulfate mercurique pur, et la liqueur mère, abandonnée à elle-même, dépose au bout de 24 heures et pendant plusieurs jours une matière blanche cristallisée qui, après purification sur de la porcelaine poreuse dans l'air sec, contient $HgI^2, 3(SO^3HgO)$. Quand on se sert d'acide sulfurique monohydraté renfermant un peu d'acide de Nordhausen, la réaction est d'autant moins intense que la proportion de cet acide est plus faible.

L'action de HgI^2 sur l'acide sulfurique pur, action qui a lieu non pas à froid, mais seulement au delà de 200°, peut, d'après ce qui précède, être attribuée, dans une certaine limite, à l'oxygène de l'air, quand on opère au contact de l'atmosphère, mais surtout à la présence de petites quantités d'anhydride sulfurique provenant de la dissociation de l'acide monohydraté, et qui le régénère à mesure qu'il disparaît. Il ne se forme pas de combinaison renfermant uniquement les éléments de HgI^2 et ceux de l'acide sulfurique, mais un composé de sulfate et d'iodure mercuriques. Ce corps, après cristallisation dans l'acide sulfurique, se présente sous la forme d'aiguilles blanches, transparentes, ordinairement groupées en houppes. Soumis à l'action de la chaleur, il fond en un liquide jaune qui, par refroidissement, se prend en une masse blanche formée de fibres rayonnantes. Au contact de l'eau froide, il devient jaune, puis rouge à la surface; l'eau chaude le désagrège en donnant un dépôt d'iodure mercurique, mélangé avec du sulfate tribasique de mercure.

Les combinaisons de sulfate et d'iodure de mercure peuvent, du reste,

s'obtenir directement par l'action des deux sels l'un sur l'autre. Si l'on fait, par exemple, une dissolution de sulfate mercurique dans de l'eau froide renfermant, pour 100^g d'eau, 70^g d'acide sulfurique, liqueur qui dissout fort peu de sulfate, puis qu'on ajoute de l'iodure HgI^2, celui-ci se dissout en quantité assez notable et, au bout de quelques heures, la portion restée non dissoute présente une teinte rouge moins foncée que celle de l'iodure HgI^2; le liquide décanté est alors saturé de nouveau avec du sulfate mercurique et remis avec le précipité dont on voit la teinte s'affaiblir encore. En répétant cette opération plusieurs fois successivement, l'iodure se transforme tout entier en une masse blanche, d'un volume vingt fois supérieur et formée par un réseau de fines aiguilles brillantes. Cette matière, séparée par filtration et séchée sur de la porcelaine poreuse, contient $HgI^2, 4(SO^3HgO)$ et retient, suivant la température, 15^{mol} ou 18^{mol} d'eau. Celle-ci se dégage quand on chauffe, puis il se produit quelques vapeurs d'iodure mercurique, enfin la masse fond, puis elle se décompose entièrement. L'eau détruit ce composé, à chaud comme à froid, en dissolvant de l'acide sulfurique et du sulfate de mercure et laissant un mélange insoluble de sous-sulfate et d'iodure mercuriques.

Un équilibre particulier s'établit dans la solution sulfurique de sulfate de mercure entre le sel double et ses composants. Si l'on met un excès d'iodure en contact à 16° avec une liqueur renfermant 100^g d'eau, 70^g d'acide sulfurique et saturée de sulfate mercurique, quand toute réaction a cessé et que l'équilibre est atteint, la liqueur renferme par litre $26^g,6$ de sulfate mercurique et $3^g,2$ de HgI^2. Si l'on admet que tout celui-ci est combiné, il reste $18^g,2$ de sulfate de mercure libre dans la liqueur qui surnage l'excès de HgI^2, sans pouvoir, à cette température de 16°, se combiner avec lui.

Quand la liqueur est moins riche en acide sulfurique, l'eau décompose le sulfate mercurique en donnant lieu à des produits qui interviennent à leur tour, et l'on voit apparaître le sulfate basique $2SO^3, 3HgO$; une solution contenant 100^g d'eau et 60^g d'acide sulfurique, puis saturée de sulfate de mercure, ne paraît pas attaquer HgI^2 au premier abord; cependant la teinte de celui-ci pâlit au bout de quelques heures et bientôt l'équilibre est atteint. Si alors on décante le liquide, pour le saturer de nouveau avec du sulfate de mercure qui s'y dissout assez peu, puis qu'on le remette en contact avec le précipité, celui-ci se transforme encore par l'agitation; son volume devient au moins dix fois plus considérable et finalement il se change en une bouillie blanche formée d'aiguilles brillantes qui con-

tiennent le HgI^2 combiné à la fois avec les deux sulfates dans un corps de formule $HgI^2(2SO^3, 3HgO), (SO^3HgO), 10H^2O$. Dans des liqueurs encore plus riches en eau, le sulfate neutre ne peut plus exister, et c'est le sulfate basique, $2SO^3, 3HgO$, qu'elles renferment, et dont la solubilité croît avec la quantité d'eau; ce sulfate basique peut aisément se combiner avec HgI^2. Quand on agite ce dernier avec une solution de 40^g d'acide sulfurique dans 100^g d'eau saturée à froid de sulfate mercurique, celui-ci se dissout en assez grande quantité, puis, au bout de quelques minutes, la liqueur se trouble et dépose, surtout aux points du vase qui ont été frottés, de petits mamelons blancs. En quelques instants le ballon est rempli d'un feutrage de ces cristaux qui, après séchage sur de la porcelaine poreuse, contiennent $2(2SO^3, 3HgO), HgI^2, 10H^2O$. Sous l'action de la chaleur de l'eau se dégage et le sel jaunit légèrement pour redevenir blanc par le refroidissement; à température plus élevée il laisse échapper de l'iodure HgI^2 qui se condense en cristaux jaunes sur les parois du vase. Au contact de l'acide azotique étendu le sel devient rouge en se décomposant à la surface et dans une liqueur plus acide il se dissout lentement à chaud.

Quand la dissolution est formée de 100^g d'eau avec 20^g d'acide sulfurique, et qu'on la sature de sulfate de mercure, l'iodure se transforme, au bout de quelques instants, en un sel blanc rosé parfaitement cristallisé; ce composé perd de l'eau, comme le précédent, sans fondre quand on le soumet à l'action de la chaleur, puis il dégage de l'iodure mercurique et se décompose ensuite entièrement. Sa composition est exprimée par la formule:

$$3(2SO^3, 3HgO), 2HgI^2, 10H^2O.$$

Enfin, dans une liqueur ne contenant plus que 10^g d'acide sulfurique, pour 100^g d'eau et saturée de sulfate mercurique, l'iodure se transforme presque instantanément à froid avec augmentation de volume, en un sel blanc tout à fait analogue aux précédents et renfermant $(2SO^3, 3HgO), HgI^2$. Les liqueurs contenant moins de 7^g d'acide sulfurique pour 100^g d'eau décomposent le sulfate mercurique en sous-sulfate $3HgO, SO^3$ insoluble et n'agissent pas sur l'iodure de mercure, dans ces conditions.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 29 avril.*
Note de M. **Mascart.**

Une dépêche de M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, donne sur ce phénomène les renseignements suivants :

« Samedi matin, à $2^h 1^m 20^s$, le sismographe de Bagnères-de-Bigorre marque des vibrations horizontales de $\frac{1}{10}$ de millimètre, venant du Nord-Nord-Est. »

Si l'on compare cette observation avec celle de Grenoble ($1^h 59^m 15^s$), la différence des temps paraît bien correspondre à la transmission des vibrations par le sol.

D'autre part, M. Moureaux a constaté, sur les enregistreurs magnétiques du Val-Joyeux et du Parc Saint-Maur, une perturbation spéciale à 2^h précises.

L'écart de 45 secondes entre cette observation et celle de Grenoble peut s'expliquer, sans doute, par le défaut de réglage ou de pointé des deux appareils et il est probable que la transmission magnétique a été instantanée.

Enfin, les baromètres enregistreurs du Parc Saint-Maur et du Bureau central météorologique indiquent également une secousse, mais le développement des courbes est insuffisant pour qu'il soit possible de déterminer l'heure exactement.

M. **Berthelot** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Traité pratique de Calorimétrie chimique* (2e édition), publié par M. Gauthier-Villars.

Cette édition est augmentée par l'addition d'une première partie, reproduisant divers théorèmes relatifs à l'influence des conditions physiques sur la chaleur dégagée dans les réactions, et mettant en évidence la signification essentiellement expérimentale du principe du travail maximum et ses vérifications, toutes les fois qu'on tient compte uniquement de la chaleur utilisable et que les réactions sont rapportées à des états physiques comparables.

M. **R. Zeiller** dépose sur le Bureau une brochure qu'il a publiée en collaboration avec M. P. Fliche, *Sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1905.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Physiologie : *Prix Montyon* (*Physiologie expérimentale*), *Philipeaux, Lallemand, Pourat.* — MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Laveran, Roux, Giard, Dastre.

Médaille Arago, Médaille Lavoisier, Médaille Berthelot, Prix Trémont, Gegner, Lannelongue. — MM. Troost, Poincaré, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet.

Prix Binoux (*Histoire des Sciences*).— MM. Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Grandidier, Guyou, Poincaré, de Lapparent.

Prix Wilde. — MM. Berthelot, Maurice Levy, Mascart, Lœwy, Darboux, de Lapparent, Troost.

Prix Saintour. — MM. Berthelot, Poincaré, Darboux, Troost, Gaudry, Mascart, Moissan.

Prix Montyon (*Statistique*). — MM. de Freycinet, Brouardel, Picard (Alfred), Haton de la Goupillière, Laussedat, Carnot, Rouché.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures ou appliquées*). — MM. Poincaré, Appell, Jordan, Darboux, Picard (Émile), Painlevé, Humbert.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur une brochure de M. J. Villette intitulée : *Les tremblements de terre dans les Ardennes et les régions voisines.* (Présenté par M. de Lapparent.)

PHYSIQUE. — *Sur la triboluminescence de l'acide arsenieux.* Note de M. GUINCHANT (Extrait) ([1]).

I. La luminescence de l'acide arsénieux est due à la rupture et à la transformation des cristaux après leur formation. Elle se produit avec toutes les variétés, à la condition de les dissoudre d'abord en totalité, avant que l'acide se sépare de nouveau en cristaux par l'effet du refroidissement; c'est leur transformation dans la modification cubique qui produit le phénomène.

La lumière produite donne un spectre visible, continu, y compris le rouge, mais dans lequel les radiations jaunes et vertes prédominent.

Ces radiations ont un grand pouvoir photochimique : elles ont fourni en 4 minutes, et à quelques centimètres de distance, l'image d'un écran sur la plaque photographique; leur action est comparable à celle d'un brûleur Bunsen à flamme bleue, placé à 1^m.

La triboluminescence des cristaux isolés, ou en formation dans la dissolution, n'a produit aucune action sur l'électroscope. La lumière émise semble identique à la lumière d'incandescence d'un corps solide; elle a vraisemblablement la même origine.

II. J'ai trouvé une classe nouvelle de réactions luminescentes lors de la réduction des hypochlorites et hypobromites; je signalerai simplement ici les résultats de ces recherches :

1° Quand on verse de l'urine ou de l'urée pure sur un hypochlorite un peu concentré, par exemple l'extrait d'eau de Javelle, le chlorure de chaux, il y a une vive luminescence. Le même fait s'observe dans l'appareil d'Yvon quand on fait un dosage d'urée par un hypobromite alcalin. J'ai obtenu la réaction de luminescence, soit avec l'urée à une concentration quelconque et l'un des composés suivants :

Hypochlorite de soude,	Hypobromite de soude,
Chlorure de chaux,	Hypobromite de potasse;

soit avec l'hypobromite de soude concentré (28^g de brome dans 44^{cm^3} de lessive de soude à 10^{mol} par litre) et l'un des composés suivants :

Oxamide	Sulfocyanure d'ammonium	Asparagine
Acide urique	Ammoniaque	(très faible)

([1]) La première partie de cette Note a été présentée à l'Académie le 17 avril 1905.

Un grand nombre d'autres composés, de constitution chimique analogue, n'ont donné aucune luminescence bien qu'il y ait souvent réaction vive avec abondant dégagement gazeux.

La lumière émise ne présente aucune propriété spéciale; elle est très pauvre en rayons photochimiques, mais permet néanmoins d'obtenir des images en 15 à 20 minutes.

La cause de l'émission de lumière est la production et la décomposition immédiate de chlorure d'azote.

Cette conclusion résulte des expériences suivantes :

1° Le spectre de luminescence est le même que celui que j'ai observé pendant la décomposition explosive du chlorure d'azote (procédé électrolytique de Kolbe).

2° On peut produire la réaction des hypochlorites sur l'urée en deux phases : production du chlorure d'azote, décomposition explosive de ce corps avec émission de lumière. Si l'on ajoute une solution d'urée à une solution concentrée d'acide hypochloreux (préparé par la méthode de Balard), la réaction est toute différente de celle qu'on observe en présence d'alcalis. Il n'y a d'abord aucune réaction, puis le mélange se trouble après quelques minutes et il se rassemble sur les parois du vase de petites gouttelettes huileuses; ces gouttelettes font explosion avec émission de lumière en présence d'essence de térébenthine. Les alcalis déterminent également la décomposition. La présence d'un excès d'alcali est d'ailleurs nécessaire pour que la décomposition de l'urée par les hypochlorites ou hypobromites donne une effervescence avec production de lumière.

Une solution concentrée d'hypobromite de soude donne encore une luminescence assez vive quand on y projette quelques fragments d'amalgame de sodium. Les bulles d'hydrogène qui se dégagent s'entourent d'une zone lumineuse. Comme l'hydrogène seul ne donne rien de semblable, je pense que les particules d'amalgame de sodium entraînées par le dégagement gazeux jouent le rôle principal dans cette luminescence.

PHYSIQUE. — *Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre.* Note de M. P. LANGEVIN, présentée par M. Mascart.

I. On sait que toutes les expériences tentées pour mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre par rapport à l'éther électromagnétique ont donné des résultats négatifs. M. Lorentz a montré récem-

ment ([1]), en complétant des résultats antérieurs obtenus par lui-même et par M. Larmor ([2]), que la théorie des électrons *prévoit de manière complète et pour tous les ordres d'approximation* l'impossibilité de mettre en évidence par des mesures statiques, observation de positions d'équilibre ou de franges noires en optique, le mouvement d'ensemble d'un système d'électrons si l'observateur est entraîné avec lui. Le raisonnement suppose que toutes les actions intérieures au système sont d'origine électromagnétique, et démontre que dans ce cas le système entraîné subit dans le sens du mouvement une contraction qui multiplie toute dimension linéaire parallèle au mouvement par $\sqrt{1-\beta^2}$, si β est le rapport de la vitesse d'entraînement à la vitesse de la lumière, les dimensions restant inaltérées dans toute direction perpendiculaire.

L'application de cette théorie au mouvement de la Terre oblige à supposer que les forces élastiques ou de cohésion qui déterminent la configuration des appareils de mesure sont d'origine électromagnétique ou se comportent comme telles, la même conclusion ne s'imposant pas pour la gravitation, qui ne joue aucun rôle appréciable dans les expériences tentées jusqu'ici.

II. Soit qu'on la considère comme une conséquence de l'origine électromagnétique des forces de cohésion ou comme une liaison imposée aux systèmes matériels, la contraction parallèle au mouvement suffit pour expliquer de manière complète le résultat négatif d'une expérience récente de MM. Trouton et Noble ([3]), d'après laquelle un condensateur plan, chargé électriquement et suspendu à un fil de torsion, conserve une position d'équilibre invariable quand la direction du mouvement de translation de la Terre se déplace par rapport au plan vertical des plateaux. La théorie prévoit que si le condensateur garde une configuration invariable il doit au contraire tendre à s'orienter avec ses plateaux parallèles au mouvement.

Le raisonnement suivant montre que cette tendance disparaît de *manière complète* si l'on admet la contraction de M. Lorentz comme une liaison imposée au système, et permet de localiser *dans le condensateur lui-même*, abstraction faite du système de suspension, la cause compensatrice du couple prévu en l'absence de contraction.

([1]) H.-A. LORENTZ, *Akad. v. Wetensch te Amsterdam,* 23 avril 1904.
([2]) J. LARMOR, *Aether and Matter.*
([3]) TROUTON and NOBLE, *Phil. Trans.,* A, t. CCII 1903, p. 165.

III. Une méthode générale pour résoudre le problème de la Dynamique électromagnétique consiste dans l'application d'un principe analogue à celui d'Hamilton en Mécanique et d'après lequel la manière dont un système électromagnétique évolue entre deux configurations données aux instants t_0 et t_1 est déterminée par la condition que l'intégrale ([1])

$$\int_{t_0}^{t_1} (W_e - W_m)\, dt$$

soit stationnaire pour toute variation virtuelle compatible avec les liaisons, si W_e et W_m sont les énergies électrique et magnétique du système. Pour une configuration d'équilibre, $W_e - W_m$, la *fonction de Lagrange* ([2]) ne varie pas avec le temps et la condition d'équilibre est simplement que cette quantité soit maximum ou minimum.

L'explication du résultat négatif de MM. Trouton et Noble nécessite que, pour le condensateur considéré, la fonction $L = W_e - W_m$ calculée en tenant compte des liaisons, de la contraction de Lorentz en particulier, soit indépendante de l'orientation des plateaux par rapport à la direction du mouvement d'entraînement.

IV. Si l'on considère un condensateur plan chargé, ou d'une façon plus générale un système électrisé quelconque dont la translation produit un champ magnétique, il est facile de montrer, en calculant les énergies électrique et magnétique, que si l'on suppose ce système contracté dans le rapport $\sqrt{1+\beta}$, la fonction de Lagrange L', pour le système en mouvement, a pour valeur

$$L' = L\sqrt{1-\beta^2},$$

L étant la fonction de Lagrange pour le système en repos et non contracté. L' est donc *rigoureusement indépendante* de l'orientation du système, et il ne résulte, par suite du mouvement, aucun couple tendant à orienter le condensateur; l'expérience de MM. Trouton et Noble doit bien donner un résultat négatif à *tous les ordres d'approximation et quel que soit le système employé pour suspendre le condensateur*. La compensation se produit à l'intérieur même du système électrisé supposé soumis à la contraction de Lorentz.

([1]) J. Larmor, *Aether and Matter*.

([2]) P. Langevin, *Revue générale des Sciences*, 31 mars 1905. (*Cf.* Max Abraham, *Ann. d. Physik*, t. X, 1903, p. 105.)

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés.* Note de M. E. Mathias, présentée par M. G. Lippmann.

Dans la théorie des fluides, les physiciens sont divisés sur deux questions : celle de l'*univariance des états saturés en équilibre* et la *question du point critique* proprement dite.

Or, les expériences sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés, dont j'ai eu l'honneur autrefois d'entrenir l'Académie et que j'ai, dans le cas de l'acide carbonique, poussées jusqu'au voisinage immédiat du point critique, ne laissent pas la place au doute quant à l'univariance des états saturés en équilibre. Les adversaires de la théorie classique ont récusé mes expériences en vertu d'un raisonnement que cette Note a pour but de faire tomber.

Rappelons brièvement la méthode. Le gaz liquéfié étant contenu dans un récipient métallique plongé dans l'eau d'un calorimètre, on provoque une vaporisation modérée du liquide et l'on compense, à chaque instant, le refroidissement du calorimètre provenant de la vaporisation par une source de chaleur connue, de manière que la température t du calorimètre reste sensiblement constante. L'expérience terminée, le récipient métallique a perdu un poids π et, toutes corrections faites, on a versé une quantité de chaleur Q dans le calorimètre sans que sa température change. Si δ et δ' sont les densités du liquide et de la vapeur saturée à t, on a

$$(1) \qquad \lambda = \frac{Q}{\pi}\,\frac{\delta - \delta'}{\delta}.$$

Sous cette forme, on voit que la chaleur de vaporisation λ est le produit de deux expressions dont la première ne renferme que des mesures indépendantes de toute hypothèse, tandis que la seconde concentre sur elle toutes les objections des adversaires de la théorie classique.

A cause de cela, je considérerai mes expériences comme donnant uniquement l'expression

$$(2) \qquad \lambda_0 = \frac{Q}{\pi},$$

à laquelle je donnerai le nom de *chaleur de vaporisation apparente*. Cette nouvelle grandeur a toujours un sens expérimental, que l'expérience d'écoulement du fluide sans détente sensible soit faite au-dessous du point critique ou même au-dessus, près ou loin de cette température; en outre,

la mesure de λ_0 peut se faire en rapportant la température à une échelle arbitraire, tandis que celle de λ, à cause du facteur $\frac{\delta-\delta'}{\delta}$, exige que la température soit connue d'autant plus exactement qu'on est plus près de la température critique, au-dessous de laquelle on est obligé de rester pour que le facteur en question ait un sens.

Au-dessous de la température critique, l'importance théorique de λ_0 n'est pas inférieure à celle de λ; on a, en effet, d'après la formule de Clapeyron,

$$\lambda = \lambda_0 \frac{\delta-\delta'}{\delta} = \mathrm{AT}\frac{\delta-\delta'}{\delta}\frac{dp}{dt} \qquad (\mathrm{T} = 273 + t),$$

d'où l'on tire

$$(3) \qquad \lambda_0 = \mathrm{AT}u'\frac{dp}{dt} \qquad \left(u' = \frac{1}{\delta'}\right).$$

La formule (3) permet de vérifier avec la chaleur de vaporisation apparente le principe de Carnot, comme la formule de Clapeyron permet la vérification de ce principe sur λ. Comme λ, λ_0 est une fonction toujours décroissante de t; mais à la température critique elle tend vers la valeur finie $(\lambda_0)_c = \mathrm{A}\frac{\theta}{\Delta}\left(\frac{dp}{dt}\right)_c$. Pour CO^2, on a $(\lambda_0)_c = 25^{\mathrm{Cal}},26$.

Si l'on utilise mes expériences sur l'acide carbonique pour la mesure de λ_0, on trouve que cette quantité, à une température donnée, est déterminée, indépendante du remplissage de l'appareil et qu'elle vérifie la relation (3), c'est-à-dire le principe de Carnot : *l'univariance des états saturés en équilibre est démontrée par là d'une façon purement expérimentale* et l'argument des adversaires de la théorie classique (que la mesure de λ est un cercle vicieux, puisqu'on admet par l'emploi du facteur de correction $\frac{\delta-\delta'}{\delta}$ l'univariance des états saturés qu'on veut démontrer) ne porte plus.

L'intérêt du calcul de λ_0 au moyen de mes expériences sur CO^2 provient de ce que j'ai fait plus ou moins involontairement, le 8 et le 12 août 1889, deux expériences *restées inédites*, l'une un peu au-dessus de 31°, l'autre légèrement au-dessous de cette température. Si l'on se rappelle qu'à l'époque où ces mesures ont été faites on admettait 31° pour température critique de l'acide carbonique, on comprendra pourquoi les deux expériences en question n'ont pu être utilisées par moi pour le calcul de λ, tandis qu'elles peuvent l'être aujourd'hui pour le calcul de λ_0, comme le

montre le Tableau suivant qui ne contient que les mesures faites au voisinage immédiat du point critique :

Date de l'expérience.	t.	π (obs.).	π corrigé de l'air renfermé dans CO^2.	Q.	λ_0.
	o	g	g	Cal	Cal
6 août 1889....	30,59	4,283	4,251	131,25	30,9
17 août »	30,82	1,503	1,492	27,76	18,6
12 août »	30,968	1,468	1,457	28,8	19,8
8 août »	31,16	1,555	1,543	23,5	15,2

A 30°,59 et au-dessous, les valeurs de λ_0, traduction des valeurs λ, vérifient le principe de Carnot, c'est-à-dire la formule (3). Mais les expériences relatives à 30°,82, 30°,968, 31°,16 donnent nettement des nombres inférieurs à la limite $25^{\text{Cal}},26$. Cela démontre jusqu'à l'évidence qu'à 30°,59 le liquide existe encore en présence de sa vapeur saturée avec ses propriétés régulières, que dès lors le calcul de λ au moyen de la formule (1) est légitime jusqu'à 30°,59, ce qui était démontré surabondamment déjà par la vérification de la formule de Clapeyron à 30°,59 et au-dessous.

Par contre, à 30°,82 et au-dessus, l'état liquide régulier n'existe plus ; la transformation de la phase liquide en phase gazeuse est déjà commencée et d'autant plus avancée que la température est plus élevée et la densité moyenne du remplissage plus faible, ce qui explique le passage de λ_0 au-dessous de la valeur limite $25^{\text{Cal}},26$. Si la diminution de la chaleur de vaporisation apparente observée entre 30°,59 et 31°,16 se poursuit au delà avec la même rapidité, la transformation du liquide en gaz doit être totale à une température à peine supérieure à la température critique vraie; mais on ne peut l'affirmer, les expériences s'arrêtant à 31°,16. Toutefois on peut affirmer que la mesure purement expérimentale de la chaleur de vaporisation apparente λ_0, telle que mes expériences sur l'acide carbonique la donnent, est capable à elle seule de résoudre le problème du point critique comme celui de l'univariance des états saturés en équilibre, pourvu que les expériences soient continuées au delà de la température critique.

THERMODYNAMIQUE. — *Chaleur dans le déplacement de l'équilibre d'un système capillaire*. Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

Soit un système composé d'une masse m d'un corps à l'état liquide en équilibre avec une masse quelconque de sa vapeur. Le tout contenu dans

un vase clos dont la capacité pourra être maintenue constante ou rendue variable par le déplacement d'un piston.

Si ce système n'est soumis à aucune autre action extérieure, la masse du liquide étant invariable, le volume de ce liquide, sa surface ne dépendent que de la température.

Si ce système est soumis à d'autres actions extérieures (champ magnétique, par exemple), on pourra, à température constante, en effectuant des travaux extérieurs, produire des variations de la surface s de la masse liquide et, par suite, lorsqu'on fera varier la température T, il sera possible de conserver à la surface de la masse liquide une grandeur invariable, en effectuant des travaux extérieurs. On aura

$$dQ = \left(\frac{\partial U}{\partial T} + \frac{\partial \mathfrak{S} r}{\partial T}\right) dT + \left(\frac{\partial U}{\partial s} + \frac{\partial \mathfrak{S} r}{\partial s}\right) ds \quad \text{ou} \quad + L\,ds,$$

l'unité de chaleur étant celle équivalente à l'unité de travail.

Les deux principes de la Thermodynamique donnent :

$$(1) \qquad \frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \mathfrak{S} r}{\partial s} - \frac{L}{T} = \frac{\partial}{\partial s}\frac{\partial \mathfrak{S} r}{\partial T}.$$

La masse liquide peut être au contact de la paroi d'un vase et en contact avec sa vapeur par une surface libre s, alors son volume et cette surface s ne dépendent plus seulement de la température, mais dépendent encore de l'enveloppe.

Je supposerai que le liquide mouille le vase et que la surface libre se trouve dans une partie conique de ce vase; le diamètre étant assez petit, la surface s est une surface de révolution, ayant même axe que celui du cône; sa concavité étant tournée vers la base du cône, le sommet de cette partie conique sera en communication avec un vase cylindrique de très grand diamètre, fermé par un piston mobile A; la masse liquide occupera encore ce vase. La vapeur sera également contenue dans un vase cylindrique également très grand et fermé par un piston B.

Dans ces conditions, l'expérience apprend que la pression p, positive ou négative, exercée par la masse liquide sur l'unité de surface du piston A est différente de la tension f de la vapeur exercée sur le piston B.

A température constante, en faisant varier p et f, et s le système prendra un autre état d'équilibre; si T est variable, on pourra maintenir s constant.

Dans les deux cas, les travaux extérieurs peuvent être exprimés; si V est le volume du liquide, V′ celui de la vapeur, la relation (1) ci-dessus, développée, donne :

$$(2)\qquad \frac{\partial p}{\partial T}\frac{\partial V}{\partial s}+\frac{\partial f}{\partial T}\frac{\partial V'}{\partial s}-\frac{L}{T}=\frac{\partial p}{\partial s}\frac{\partial V}{\partial T}+\frac{\partial f}{\partial s}\frac{\partial V'}{\partial T};$$

or,

$$\frac{\partial V}{\partial s}=\frac{\partial V}{\partial s_p}+\frac{\partial V}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial s};\qquad \frac{\partial V}{\partial T}=\frac{\partial V}{\partial T_p}+\frac{\partial V}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial T};\qquad \frac{\partial V}{\partial T_p}=-\frac{\partial V}{\partial p}\frac{\partial p}{\partial T_V}$$

et l'on a trois égalités semblables concernant V′; en portant les valeurs développées dans la relation (2), on obtient

$$(3)\qquad L=T\left(\frac{\partial p}{\partial T_V}\frac{\partial V}{\partial s}+\frac{\partial f}{\partial T_{V'}}\frac{\partial V'}{\partial s}\right)+T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\frac{\partial V}{\partial s_p}+\frac{\partial f}{\partial T}\frac{\partial V'}{\partial s_f}\right).$$

Je suis conduit à considérer dans la variation ds à température constante deux variations successives : 1° une masse de liquide prise sous la pression p est transportée dans le volume compris entre les surfaces s et $s+ds$, tandis que la vapeur comprise entre ces deux surfaces est transportée sous le piston à la pression f; 2° la pression en chaque point du système devient celle qui correspond à l'équilibre de la surface $s+ds$.

La chaleur mise en jeu dans cette deuxième variation est, pour une variation de surface égale à l'unité, représentée par le premier terme du deuxième membre; donc celle correspondant à la première variation, $\mathfrak{L}$, est représentée par le terme suivant.

Première hypothèse. — Soit $\frac{\partial V}{\partial s_p}=-\frac{\partial V'}{\partial s_f}=-\frac{\partial V_1}{\partial s_{pf}}$; dV_1 étant le volume compris entre les surfaces s et $s+ds$; alors $f-p$ représente la pression capillaire $\mathfrak{P}$; et, d'après un théorème de Bertrand,

$$\mathfrak{P}\frac{\partial V_1}{\partial s}=-A,\qquad \text{tension superficielle.}$$

Deuxième hypothèse. — $\frac{\partial V_1}{\partial s}$ indépendant de T; alors on a

$$\mathfrak{L}=-T\frac{\partial A}{\partial T}.$$

C'est la formule classique.

Mais la première hypothèse est la négation des causes qui engendrent les phénomènes capillaires. La tension d'adhérence entre un liquide et un solide ne résulte-t-elle pas de leur attraction et ne doit-elle pas amener dans ce champ d'attraction une variation de la densité du liquide à partir de leur surface de contact?

Si je rappelle que la formule classique a été établie en considérant, pour une masse de liquide, T et s comme deux variables indépendantes normales, ce qui est contraire aux considérations exposées au commencement de cette Note, je conclurai qu'elle est inexacte ainsi que les conséquences qu'on a pu en déduire (¹).

CHALEUR. — *Sur la différence de température des corps en contact.* Note de M. E. **Rogovski**, présentée par M. Lippmann.

On peut déduire des Tables données dans une de mes Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1391-1393) et des observations décrites dans le *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XXXV, p. 238-292, que la différence (le saut) de température (δ) entre la surface des fils d'argent parcourus par des courants électriques et celle de l'eau qui les entoure, augmente avec le flux (q) de chaleur par la surface de séparation, mais elle n'est pas proportionnelle à ce flux. Voici la Table trouvée par l'interpolation graphique pour les fils d'argent pur plongés dans l'eau ayant la vitesse de $57^{cm},1$ par seconde.

Fil de $0^{mm},415$ de diamètre à la température de l'eau $= 17°,5$ C.		Fil de $0^{mm},281$ de diamètre à la température de l'eau $= 15°,5$ C.		
$q \dfrac{\text{gr. cal.}}{\text{cm}^2\,\text{sec.}\,1°}$.	δ_1.	$q \dfrac{\text{gr. cal.}}{\text{cm}^2\,\text{sec.}\,1°}$.	δ_2.	$\dfrac{\delta_1}{\delta_2}$.
—	—	0,05......	0°,40	—
0,1......	1,95	0,1.......	0,55	3,55
0,5......	7,90	0,5.......	3,00	2,60
1,0......	13,20	1,0.......	6,10	2,16
1,5......	17,45	1,5.......	8,80	1,98
2,0......	21,10	2,0.......	11,25	1,88
2,5......	24,40	2,5.......	13,70	1,78

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1193.

De même pour les fils d'argent non chimiquement pur, à la vitesse du courant d'eau de $37^{cm},1$ par seconde :

Fil de $0^{mm},326$ de diamètre à 20°.		Fil de $0^{mm},194$ de diamètre à 16°.	
$q\ \frac{\text{gr. cal.}}{\text{cm}^2\ \text{sec. } 1^\circ}$.	δ.	$q\ \frac{\text{gr. cal.}}{\text{cm}^2\ \text{sec. } 1^\circ}$.	δ.
0,8	3°,75	1,0	3°,4
1,0	4,7	2,0	6,5
1,5	6,8	3,0	9,5
1,65	7,15	4,0	12,4
		5,0	15,3
		6,0	17,8
		7,0	20,1
		8,0	22,6
		9,0	24,4

Nous voyons que cette différence ou ce saut dépend de même du diamètre des fils en diminuant avec le diamètre.

Le saut de température (δ) diminue avec la température (t_0) de l'eau ambiante. Pour un fil d'argent non chimiquement pur de diamètre $0^{mm},318$ et à la vitesse de l'eau $37^{cm},1$ par seconde, ce saut, pour les flux de chaleur qui sont égaux à 1, à 1,5 et à $2\ \frac{\text{gr. cal.}}{\text{cm}^2\ \text{sec. } 1^\circ}$, a les valeurs suivantes :

	Flux de chaleur t_0.		
	1	1,5	$2\ \frac{\text{Gr. cal.}}{\text{cm}^2\ \text{sec. } 1^\circ}$
	ϑ.	ϑ.	ϑ.
11°	4°,46	6°,42	8°,21
22	4,31	6,19	7,89
26	4,25	6,10	7,77
36	4,08	5,85	8,43

Le saut de température dépend de la vitesse du courant d'eau dans lequel sont plongés les fils; il diminue avec la vitesse, comme cela est prouvé par les observations suivantes sur le fil d'argent pur de diamètre $0^{mm},281$, à la température de l'eau, 15°,5, et à la vitesse de l'eau, $57^{cm},1$ ($\vartheta_{57,1}$) et 104^{cm} (ϑ_{104}) par seconde :

q.	$\vartheta_{57,1}$.	ϑ_{104}.	$\frac{\vartheta_{57,1}}{\vartheta_{104}}$.
0,05274	0°,35	0°,20	1,75
0,69200	4,30	3,13	1,37
0,97762	6,00	4,10	1,46
2,53840	13,90	10,25	1,35

De même pour le fil de $0^{mm},415$ de diamètre à la température $17°,5$:

q.	$\vartheta_{57,1}$.	ϑ_{104}.	$\frac{\vartheta_{57,1}}{\vartheta_{104}}$.
0,74160............	10°,75	10°,30	1,04
2,47605............	24,30	16,85	1,45

On peut voir que le rapport entre les sauts de température pour les vitesses $57^{cm},1$ et 104^{cm} par seconde ne dépend presque pas du flux de la chaleur.

La température des fils a été déterminée par leur résistance (qui ne surpasse pas 0,035 ohms) à 0°,025 près pour le fil de $0^{mm},281$ de diamètre et à moins de 0°,175 près pour les autres; de même la température de l'eau ambiante a été mesurée à 0°,05 près, par conséquent on ne peut connaître la différence (saut) de température entre les fils et l'eau qu'à 0°,1 près pour le fil de $0^{mm},281$ de diamètre et à 0°,25 près pour les autres (1).

CHIMIE MINÉRALE. — *Preparation des chlorures anhydres des métaux rares.* Note de M. **Camille Matignon.**

J'ai montré qu'il était possible de déshydrater complètement les chlorures hydratés des métaux rares, en opérant dans un courant de gaz chlorhydrique sec, à condition que la température soit maintenue dans des limites bien déterminées (2).

MM. Muthmann et Stuzel (3) ont préparé quelques chlorures anhydres

(1) Je profite de l'occasion pour faire ici une remarque. Dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1244-1246) on a pris par erreur, dans les observations de M. Bède, le rayon des tubes pour leur diamètre. Par conséquent, pour l'épaisseur de la couche d'eau supposée adhérente au fil de $0^{mm},415$ de diamètre, au lieu de $0^{mm},0064$, il faut prendre $0^{mm},00168$ et, pour le fil de $0^{mm},281$ de diamètre, au lieu de $0^{mm},00272$, $0^{mm},00095$. Par conséquent, les nombres pour Δt_0 et $\frac{\Delta t_0}{\delta}$ doivent être diminués en les multipliant par 0,26 et 0,35, et la différence δ des températures des fils et de l'eau à la surface de séparation trouvée par calcul ne peut se réduire à plus de 1,5 pour 100 à cause de la formation d'une couche d'eau adhérente.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 289; t. CXXXIV, p. 427 et 1308.

(3) *Berichte*, t. XXXII, p. 3413.

en transformant d'abord les sulfates en sulfures correspondants, puis ces derniers en chlorures. M. Moissan [1] a montré également que les carbures de terres rares se transformaient en chlorures quand on les chauffait dans un courant de chlore. Enfin M. Bourion et moi [2] avons appliqué notre procédé général de chloruration des composés oxygénés à la transformation des oxydes et sulfates, en opérant dans un courant de chlore mêlé de vapeurs de chlorure de soufre.

La déshydratation dans le gaz chlorhydrique comme la chloruration à partir du soufre et du chlore constituent de bonnes méthodes de préparation, mais elles ont l'inconvénient d'être un peu lentes dans le cas des métaux rares.

On peut préparer rapidement de grandes quantités de ces chlorures en procédant de la façon suivante :

On chauffe, dans un courant de chlore et de gaz chlorhydrique chargé de vapeurs de chlorure de soufre, la matière solide obtenue par évaporation de la solution chlorhydrique des oxydes. Cette évaporation, effectuée au bain de sable vers 130°-140°, fournit une substance qui contient peu d'oxychlorure et dont la composition se rapproche des chlorures monohydratés dont j'ai signalé l'existence. Le départ de la dernière molécule d'eau dans ces conditions est très rapide et la substance ne contient finalement aucune trace d'oxychlorure.

Tous ces chlorures sont d'une sensibilité remarquable à l'action de l'humidité et de l'oxygène; il importe de les fondre dans un courant de chlore ou de gaz chlorhydrique bien sec et bien débarrassé d'air. Par refroidissement, le chlorure se solidifie en se divisant en une masse de cristaux transparents à facettes très brillantes. Ces cristaux ne sont quelquefois réunis à la masse que par une de leurs deux extrémités, le reste du cristal est isolé et nettement formé sur une longueur de plusieurs centimètres.

Ces chlorures fondus se dissolvent dans l'eau en dégageant une grande quantité de chaleur et en formant une solution très limpide; c'est la meilleure preuve de leur pureté.

Ils ont été tous analysés. Le chlore a été dosé sous la forme ordinaire et le métal sous forme de sulfate anhydre. Ce dernier dosage constitue dans tous les cas un procédé très commode et de grande précision, quand il est convenablement appliqué.

Chlorure de lanthane. — Beaux cristaux transparents incolores.

Chlore.		Lanthane.	
Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
43,5	43,47	56,4	56,53
		56,3	

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 595 et 924.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 631 et 760.

Chlorure de néodyme. — Cristaux transparents rose clair.

Chlore.		Néodyme.	
Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
42,4	42,6	57,3	57,4
		57,3	

Chlorure de praséodyme. — Cristaux transparents vert clair.

Chlore.		Praséodyme.	
Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
43,00	43,11	56,70	56,88
		56,68	

Chlorure de samarium. — Cristaux transparents jaune paille clair.

Chlore.		Samarium.	
Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
41,23	41,52	58,36	58,47
41,30			

Chlorure d'yttrium. — La masse cristalline fondue se présente avec des lamelles transparentes incolores. L'aspect est tout à fait différent des cristaux précédents.

Chlore.		Yttrium.	
Trouvé.	Calculé.	Trouvé.	Calculé.
54,30	54,61	45,52	45,38
54,27			

En résumé, le mode opératoire indiqué permet de préparer très rapidement et à l'état pur les chlorures anhydres des métaux rares; il a l'avantage de s'appliquer aussi commodément à de faibles qu'à de grandes quantités de matière.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amidure de cæsium.* Note de M. E. **Rengade**, présentée par M. Henri Moissan.

L'étude de l'action de l'oxygène sur le cæsium-ammonium, dont j'espère pouvoir bientôt présenter les résultats à l'Académie, m'a conduit à m'occuper avant tout des réactions secondaires qui pouvaient se produire en même temps : formation d'amidure de cæsium et oxydation possible de cet amidure.

Le cæsium-ammonium, en solution dans l'ammoniac liquide, se décompose en effet spontanément, comme les autres métaux-ammoniums, en amidure, avec dégagement d'hydrogène. Mais cette transformation est très lente, beaucoup plus lente en particulier que celle du cæsium-méthylammonium (¹). Ainsi, une solution de $0^{g},07$ de cæsium dans environ 1^{cm^3} d'ammoniac, maintenue en tube scellé à la température du laboratoire, a mis 35 heures pour se décolorer complètement. La transformation est plus rapide quand on opère avec le métal-ammonium sans excès d'ammoniac. Enfin le cæsium absorbe peu à peu l'ammoniac gazeux même au-dessus de 40°, température à laquelle le métal-ammonium cesse de se former sous la pression atmosphérique ainsi que l'a démontré M. Moissan (²). Vers 120° la réaction est terminée après quelques heures.

Si l'on chauffe plus fortement, on arrive à fondre l'amidure, qui dissout l'excès de métal en se colorant en bleu, et dans ces conditions il suffit de quelques minutes pour que la réaction soit complète. Mais le verre est un peu attaqué.

L'amidure qui a servi aux expériences que je vais décrire a été préparé en introduisant le gaz sec dans un tube à robinet, préalablement vidé à la trompe, et contenant le métal fondu, chauffé vers 120° au bain d'huile. Après quelques heures il ne reste qu'une substance absolument blanche. On s'assure d'ailleurs que toute trace de cæsium a disparu en condensant dans le tube de l'ammoniac liquide, qui ne doit plus se colorer en bleu.

L'augmentation de poids du tube, vidé à la trompe, et l'hydrogène recueilli vérifient parfaitement l'équation

$$Cs + NH^3 = Cs NH^2 + H.$$

(Augmentation de poids rapportée à l'amidure : 12,20 et 12,11 pour 100; calculé 12,04. Hydrogène recueilli par milliatome de métal : $11^{cm^3},19$ et $11^{cm^3},12$; théorie $11^{cm^3},12$.)

L'amidure de cæsium constitue un solide blanc, très facilement soluble dans l'ammoniac liquide, d'où il cristallise en petits prismes ou lamelles microscopiques. Il fond dans le vide aux environs de 260°.

C'est un corps très oxydable : si on laisse entrer de l'air ou de l'oxygène secs dans le tube où il a été préparé, il jaunit immédiatement en s'échauffant beaucoup, en même temps qu'il se dégage de l'ammoniac. Les volumes de l'oxygène absorbé et de l'ammoniac dégagé sont dans le rapport de 3 à 2. Mais l'oxydation n'est que superficielle.

Au contraire, si l'on fait arriver l'oxygène au contact de la solution dans l'ammoniac à — 60°, on constate une absorption rapide, en même temps qu'il se forme un précipité insoluble. Quand l'oxygène n'agit plus malgré une agitation énergique, on fait le vide pour extraire les gaz restants. Le contenu du tube, examiné au microscope, est nettement hétérogène : il renferme des bâtonnets blancs translucides, groupés en tous sens, et de tout petits cubes ou octaèdres très limpides. Les premiers cristaux sont

(¹) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 246.

(²) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1177.

insolubles dans l'ammoniac, tandis que les seconds s'y dissolvent et peuvent être ainsi facilement séparés par décantation. On constate que leur solution aqueuse est sensiblement neutre à la phtaléine, réduit le permanganate acidulé et bleuit l'iodure de potassium amidonné. La partie insoluble dans l'ammoniac est fortement alcaline. D'ailleurs le réactif de Nessler indique l'absence complète d'ammoniaque. L'amidure a donc été totalement oxydé : il s'est produit de l'azotite et de l'hydrate d'oxyde de cœsium d'après l'équation

$$2CsNH^2 + O^3 = CsNO^2 + CsOH + NH^3.$$

Cette équation a du reste été vérifiée en mesurant : 1° le volume d'oxygène absorbé; 2° l'augmentation de poids du tube; 3° l'alcalinité de la solution aqueuse; 4° son pouvoir réducteur vis-à-vis du permanganate. Ce dernier est cependant un peu trop faible : cela tient à ce que l'oxydation va, en partie, plus loin; il se produit une petite quantité d'azotate, d'ailleurs assez faible, et que l'on peut estimer colorimétriquement au moyen de la brucine : j'ai trouvé ainsi 7 pour 100 environ du poids de l'azotite : il ne se produit pas d'hypoazotite.

L'anhydride carbonique n'agit pas à la température ordinaire sur l'amidure de cæsium. A chaud il est rapidement absorbé.

L'eau décompose violemment cet amidure. Si la réaction se fait au contact de l'air, il y a déflagration et inflammation. En faisant entrer de l'eau bouillie dans le tube à amidure, vidé à la trompe, on obtient une solution immédiate sans dégagement gazeux. L'alcalinité totale correspond, par millimolécule d'amidure mis en œuvre, à 20^{cm^3} de soude décinormale (trouvé $19^{cm^3},93$), ce qui vérifie l'équation

$$CsNH^2 + H^2O = CsOH + NH^3.$$

En résumé, le cæsium-ammonium se décompose spontanément, mais très lentement, en amidure et hydrogène. La formation d'amidure est beaucoup plus rapide en faisant agir l'ammoniac gazeux sur le métal à 120°. L'amidure formé est décomposable par l'eau en ammoniaque et hydrate d'oxyde de cæsium. Il est très facilement soluble dans l'ammoniac liquide et cette solution absorbe rapidement l'oxygène à froid pour donner de l'hydrate et de l'azotite de cæsium, avec un peu d'azotate.

J'ai vérifié que cette oxydation de la solution ammoniacale d'amidure n'est pas particulière au cæsium : elle se produit également avec l'amidure de potassium. Quant à l'amidure de sodium, l'oxygène est sans action sur lui en présence d'ammoniac liquide, dans lequel il est du reste insoluble.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau réactif du potassium.* Note de M. **Eugenio Piñerua Alvarez**, présentée par M. Ditte.

Le nouveau réactif est une solution à 5 pour 100 (saturée) d'acide naphtol-sulfonate sodique 1, 2, 6 (iconogène)

$$C^{10}H^{5}\begin{cases} NH^{2} & 1, \\ OH & 2, \\ SO^{3}Na & 6. \end{cases}$$

La dissolution doit se faire au moment de son emploi en utilisant de l'eau distillée bouillie et froide; au besoin, on peut conserver cette dissolution dans des flacons en verre noir pleins et bien bouchés.

La sensibilité de ce réactif est au moins aussi grande que celle du chlorure platinique, il peut être utilisé avec les sels ammoniacaux comme aussi avec les sels magnésiques, quand ces derniers se trouvent mêlés avec les précipités (chlorure) en quantité suffisante pour ne pas devenir précipitables par le carbonate ammonique.

Il est applicable à tout genre de composés potassiques *dont la réaction soit neutre*, y compris l'iodure.

Son usage est par conséquent indiqué dans tous les cas où nous ne pouvons pas employer les réactifs connus jusqu'ici, comme, par exemple : le chlorure platinique, le nitrite cobaltique, sodique, tartrate monosodique, les acides fluosilicique, perchlorique, etc.

Comme réactif microchimique par voie humide, avec formation de cristaux, il est d'une utilité pratique incontestable parce que l'amide naphtol sulfonate potassique 1.2.6 cristallise en grandes et belles lames nacrées, orthorombiques.

Dans les expériences que nous avons réalisées, le sel potassique soumis à l'analyse a été le chlorure pur dissous dans de l'eau distillée en solutions contenant respectivement 10, 5, 2,5, 2 et 1 pour 100 dudit composé halogéné.

Nous avons opéré avec 1^{cm^3} de chacune des solutions et le volume du réactif ajouté a été variable suivant le degré de concentration de ces solutions; les quantités en poids de chlorure et d'amide naphtol-sulfonate sodique se sont toujours trouvées dans le rapport de 1 du premier et 3,5 du second, en agitant avec fréquence le tube d'essai quand les solutions étaient diluées, pour favoriser la formation du précipité qui est blanc,

cristallin, très brillant, d'amide naphtol-sulfonate potassique 1.2.6 peu soluble dans l'eau et complètement insoluble dans l'alcool absolu.

La réaction n'est pas très rapide : quand les solutions potassiques contiennent 10 ou 5 pour 100 de chlorure, on voit apparaître peu d'instants après le précipité cristallin caractéristique du potassium; si la quantité du composé potassique est comprise entre 5 et 3 pour 100, les cristaux ne se voient clairement à l'œil nu qu'au bout de 10 minutes; les liquides contenant 2,5 ou 2 pour 100 de chlorure exigent peu de temps; et finalement, si nous mêlons 1^{cm^3} de solution potassique à 1 pour 100 avec $0^{cm^3},6$ de solution du réactif et si nous agitons fortement, nous verrons le précipité au bout de quelques heures seulement.

Les solutions de chlorure ammonique ne précipitent pas par l'action de ce réactif et n'empêchent pas non plus la précipitation du potassium dans la dissolution.

Les sels magnésiques (Cl^2Mg), en présence d'une quantité de chlorure ammonique suffisante pour empêcher sa précipitation par le carbonate du même radical, ne donnent aucun précipité quand on ajoute le réactif.

En opérant comme nous l'avons déjà dit tout à l'heure, avec 1^{cm^3} d'une solution contenant 10 pour 100 de chlorure magnésique, 20 pour 100 de chlorure ammonique et 5 pour 100 de chlorure potassique, on ne tarde pas à voir apparaître le précipité caractéristique du potassium dès qu'on y ajoute l'amide naphtol-sulfonate sodique.

Un grand nombre de composés solubles des métaux lourds en dissolution ne précipitent pas avec le nouveau réactif, comme, par exemple, les sels ferriques et manganeux, mais par contre d'autres précipitent, comme, par exemple, les sels de nickel et de cobalt, et le précipité est quelquefois soluble dans un excès de précipitant, comme celui des sels cuivriques (solution verte), tandis que d'autres ne le sont pas, celui de bismuth par exemple.

En conséquence, nous pouvons affirmer que l'étude de l'action qu'exerce l'amide naphtol-sulfonate sodique 1.2.6 sur les sels en général est d'une grande importance en analyse chimique.

BOTANIQUE. — *Sur les conditions de développement du mycélium de la morille.* Note de M. G. FRON, présentée par M. Gaston Bonnier.

La culture de la morille préoccupe depuis longtemps les mycologues, et plusieurs procédés ont déjà été indiqués pour provoquer le développement de ce champignon [1]. Les milieux de culture essayés ont toujours été

---

(1) REPIN, *Sur la culture de la morille* (*Revue générale des Sciences*, 1901).

constitués par des matières organiques diverses provenant de débris végétaux tels que feuilles décomposées, résidus de pommes ou de poires, déchets industriels de pâtes de bois, etc. Mais nous ne connaissons pas de recherches qui aient été entreprises en vue de déterminer les exigences de ce champignon, à l'exception toutefois des observations de M. Molliard relatives à l'influence des nitrates et des sels ammoniacaux (¹).

La présente Note est l'exposé succinct d'expériences faites en vue d'établir quels sont les éléments hydrocarbonés et minéraux qui sont les plus favorables au développement de la morille. Une fois ces éléments bien déterminés, il nous semble que l'étude de l'évolution complète du champignon, et particulièrement des conditions de formation de l'appareil ascosporé, sera facilitée et pourra être conduite avec plus de méthode.

Pour déterminer l'importance relative des différents éléments examinés, nous nous sommes servi de cultures pures du mycélium, obtenu en partant de la spore et développé sur un substratum quelconque, soit sur des morceaux de carottes stérilisés. Ce mycélium a servi à ensemencer des matras contenant des liquides stérilisés de composition chimique exactement définie. Nous avons fait usage de liquide de Knop et surtout de liquide Raulin chez lequel le sucre candi a été remplacé successivement par les différents sucres à examiner introduits à la dose de 5 pour 100, puis nous avons éliminé un à un les principaux sels afin de préciser le rôle de chacun d'eux. Nos expériences ont porté sur différentes espèces de morilles (*Morchella conica, M. esculenta, M. vulgaris* var. *flava*). Mais nous laissons de côté pour le moment les faibles différences qui se manifestent entre ces espèces.

I. *Modifications dans la nature de l'aliment hydrocarboné.* — Ces modifications correspondent à des différences très apparentes dans le développement du mycélium. En présence de saccharose, de lévulose ou de mannite, le développement est défectueux ou presque nul. Il est abondant et rapide en présence de glucose, de sucre interverti, d'inuline et d'amidon. Nous avons surtout obtenu de bons résultats avec l'inuline, qui provoque un développement rapide du champignon à la surface du liquide de culture. En une huitaine de jours environ, le mycélium couvre toute la surface, s'étendant en profondeur dans le liquide et montant ensuite sur les parois du vase de culture. Des dosages successifs de sucre, faits par prélèvements de liquide, montrent qu'il y a formation de sucre réducteur avec disparition progressive d'inuline. En présence de glucose, le développement, tout en étant abondant, s'est montré moins actif qu'avec l'inuline.

(¹) Molliard, *Sur la forme conidienne de la morille et la formation des sclérotes* (*Revue générale de Botanique*, 1904, et *Comptes rendus*, 25 avril 1905).

II. Parmi les éléments minéraux dont nous avons examiné l'action, nous avons constaté que les sels de fer ainsi que les sels de potasse ne sont pas nécessaires pour la nutrition du champignon. Il convient toutefois d'être réservé à ce point de vue, étant donnée la difficulté que l'on éprouve à garantir l'absence totale de ces éléments dans des liquides de culture contenus dans des vases de verre. D'ailleurs la suppression des sels de potasse amène un état particulier de l'appareil végétatif qui prend une teinte noire plus accentuée que dans les liquides témoins et qui en outre perd toute cohésion et toute solidité, se fragmentant facilement en pelotons mycéliens qui flottent dans le liquide ou qui se fixent contre la paroi du vase comme de jeunes sclérotes.

Les sels de chaux, d'acide phosphorique et d'azote sont nécessaires. Dès qu'on les supprime, le mycélium ne se développe pas ou tout au moins ne tarde pas à s'arrêter.

L'influence des sels de chaux est particulièrement nette : quand on ensemence avec du mycélium de culture un matras dans lequel le liquide est dépourvu de sels de chaux et de magnésie, on n'aperçoit aucun développement se produire ; mais, si l'on vient à ajouter une solution de nitrate de chaux, le mycélium s'étend bientôt sur la surface du liquide qu'il ne tarde pas à recouvrir entièrement.

Les sels de magnésie peuvent remplacer ceux de chaux sans pourtant posséder une action aussi marquée.

III. L'influence de l'alcalinité du milieu de culture a déjà été signalée par M. Répin en 1901. Nous avons constaté en préparant des solutions légèrement acidifiées par de l'acide tartrique, neutres ou basiques, que le mycélium ne peut supporter une acidité même légère. Les meilleures conditions sont réalisées par un liquide neutre ou faiblement alcalin. Quand l'alcalinité dépasse 0,25 pour 100 (en potasse) le développement est arrêté.

En outre, par une culture prolongée dans un même liquide, ce dernier d'abord alcalin devient peu à peu neutre puis légèrement acide. C'est à cet état que nous avons obtenu dans nos cultures la forme conidienne de la morille que M. Molliard a étudiée et décrite en la rattachant au genre *Costantinella* et dont il a pu déterminer les conditions de formation [1].

Il résulte de ces diverses expériences que le mycélium de morille a besoin pour son développement d'une forte alimentation hydrocarbonée et l'inuline ainsi que le glucose et l'amidon lui sont particulièrement favorables.

Il est moins exigeant sous le rapport des principes minéraux, mais réclame néanmoins des phosphates, azotates et sels de chaux ou de magnésie, dans des milieux neutres ou très faiblement alcalins.

---

[1] MOLLIARD, *Comptes rendus*, février 1904.

ÉCONOMIE RURALE. — *L'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) en Agriculture*. Note de M. **E.-S. Bellenoux**. (Extrait.)

L'auteur propose de remplacer l'azotate de soude par l'azotate de chaux. Il cite les faits suivants :

1° Deux parcelles de terre, cultivées en pommes de terre, avaient reçu en fumure azotée, l'une du nitrate de soude, l'autre du nitrate de chaux : les tubercules provenant de la fumure au nitrate de chaux fournissaient une richesse en fécule supérieure de 1,80 pour 100 à la teneur en fécule des tubercules produits par la fumure au nitrate de soude.

2° Deux autres parcelles de terre, cultivées en betteraves sucrières, recevaient également la fumure azotée, l'une au nitrate de soude, l'autre au nitrate de chaux : pour cette dernière parcelle (au nitrate de chaux), la proportion de sucre dans les betteraves était supérieure de 1,37 pour 100 à celle des betteraves cultivées au nitrate de soude.

Ces chiffres ont été pris comme moyenne dans les résultats obtenus pendant plusieurs années consécutives.

Pour préparer l'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) qui devrait se substituer à l'emploi du nitrate de soude en Agriculture, l'auteur emploie un moyen très simple et économique, basé sur les principes ou lois chimiques de Berthollet : c'est la réaction de l'azotate de sodium et du chlorure de calcium, cette réaction donnant lieu à une formation d'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) et de chlorure de sodium qui se sépare le premier pendant la concentration.

PHYSIOLOGIE. — *Variation de la pression osmotique dans le muscle par la contraction*. Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

Le membre postérieur de la Grenouille, détaché d'un coup de ciseau au niveau de l'aine, dépouillé, et plongé pendant 24 heures dans une solution de chlorure de sodium congelant à $-0°,53$, ne change pas de poids; dans vingt expériences, nous n'avons pas constaté une variation dépassant le centième du poids initial. On doit donc admettre que la pression osmotique dans le muscle est égale à celle de la solution, soit à 15°, $6^{atm},655$. Dès que l'on emploie une solution plus concentrée, les muscles diminuent de poids par perte d'eau résultant de l'excès de la pression osmotique dans la solution. Mais si les muscles, immédiatement avant d'être plongés dans la solu-

tion, sont soumis, à l'aide d'un courant électrique, à une série de contractions, leur poids augmente toujours dans la solution de NaCl congelant à $-0°,53$. Nous avons régulièrement constaté cette élévation dans plus de soixante expériences.

Par exemple : alors que l'un des membres postérieurs non excité d'une Grenouille conserve un poids invariable dans la solution, l'autre membre du même animal, excité une fois par seconde pendant 5 minutes, augmente de plus d'un dixième, exactement des 0,104 de son poids dans la même solution. Des muscles, ayant subi une excitation de 8 minutes, ont encore augmenté des 0,04 de leur poids dans une solution de NaCl congelant à $-0°,72$ et ayant, à $15°$, une pression osmotique de $9^{atm},176$.

Dans cinq expériences faites dans une solution de NaCl congelant à $-0°,53$, nous avons obtenu les résultats suivants :

Augmentation en fraction du poids initial après 24 heures de séjour dans la solution.

		Muscles excités une fois par seconde pendant		
	Muscles témoins.	2^{sec}.	4^{sec}.	6^{sec}.
	0,00.......	0,026	0,084	0,094
	0,01.......	0,034	0,065	0,093
	0,005......	0,045	0,079	0,097
	0,00.......	0,037	0,070	0,095
	0,00.......	0,032	0,072	0,096
Moyennes....	0,00075....	0,0348	0,074	0,095

En excitant les deux pattes d'une grenouille par un même courant, l'une des pattes étant libre, l'autre tendue par un poids, la patte tendue subit toujours, dans la solution de NaCl congelant à $-0°,53$, une augmentation de poids plus grande que la patte libre, et cette augmentation s'accroît avec le poids tenseur.

Il résulte de ces expériences :

1° La contraction musculaire a pour conséquence l'élévation de la pression osmotique dans le muscle;

2° Cette élévation de la pression osmotique intramusculaire, provoquée par la contraction, peut dépasser $2^{atm},521$, $2^{kg},604$ par centimètre carré de surface;

3° L'élévation de la pression osmotique intramusculaire est d'autant plus grande que les excitations sont plus prolongées ou plus fortes;

4° L'élévation de la pression osmotique dans un muscle qui se contracte est, pour les mêmes excitations, d'autant plus grande que la contraction rencontre plus de résistance; en d'autres termes, la pression osmotique s'élève avec le travail accompli par le muscle;

5° Ces changements si considérables de la pression osmotique, dans un muscle qui se contracte, exercent nécessairement une influence prépondérante, sinon unique, sur la production de la fatigue.

PHYSIOLOGIE. — *Variations subies par le glucose, le glycogène, la graisse et les albumines solubles au cours des métamorphoses du Ver à soie.* Note de MM. C. **Vaney** et F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

L'étude physiologique des métamorphoses des Insectes a fait l'objet d'un nombre restreint de travaux parmi lesquels les plus importants sont ceux de Bataillon (1893) et de Dubois et Couvreur (1901). Dans une première série de recherches nous avons dosé, chaque jour de la métamorphose du Ver à soie, les quantités de glucose, de glycogène, de graisse et de matières albuminoïdes solubles renfermées dans les vers, chrysalides et adultes. Nous avons toujours opéré sur des lots renfermant, autant que possible, un nombre égal de mâles et de femelles. Pour l'étude des variations nous avons établi, d'après nos dosages, d'abord les quantités de substance contenues dans 100^g, puis, par le calcul, nous avons ramené nos résultats à un lot type de dix individus, dont les cocons d'un jour pesaient $22^g,29$ et dont nous avons suivi chaque fois les variations de poids.

Sans insister sur les procédés de dosage que nous avons employés, nous indiquerons seulement que, pour le glucose, la défécation du bouillon a été obtenue au moyen de l'azotate mercurique par la méthode de Patein et Dufau, et sa recherche qualitative a été faite au moyen de la phénylhydrazine. Le dosage de cet hydrate de carbone a été effectué au moyen de la liqueur de Fehling (formule de Pasteur), en opérant sur $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de centimètre cube de liqueur après addition de pastilles de potasse caustique pour empêcher la précipitation d'oxydule de cuivre. Nous avons dosé le glycogène au moyen de la méthode Frœnkel-Garnier; pour les graisses, nous avons eu recours à l'épuisement de l'éther et, pour les albumines solubles, nous avons coagulé par la chaleur en présence d'un égal volume d'une solution saturée de sulfate de soude.

En opérant ainsi, nous avons obtenu les résultats résumés dans le tableau suivant :

Age du cocon.	Poids de 10 cocons.	Poids de 10 individus nus.	Quantité de substance contenue dans 10 individus types. Glucose.	Glycogène.	Graisse.	Albumines. solubles.
ours	g	g	cg	g	g	g
1	22,29	21,87	0	0,154	0,706	0,348
2	19,45	18,04	1,84	0,174	0,582	0,541
3	17,91	15,41	0,94	0,117	0,469	0,531
4	16,90	14,05	1,23	0,185	0,608	0,528
5	16,33	13,48	0,68	0,214	0,514	0,459
6	16,11	13,26	1,30	0,203	0,374	0,426
7	15,89	13,04	0,71	0,193	0,401	
8	15,78	12,93	0,36	0,162	0,384	
9	15,67	12,82	1,96	0,145	0,363	
10	15,53	12,68	0,18	0,137	0,379	
11	15,37	12,53	0,58	0,144	0,270	0,376
12	15,23	12,38	0,66	0,142	0,378	
13	15,13	12,28	0,88	0,060	0,343	
14	15,04	12,19	0,45	0,083	0,304	0,263
15	14,75	11,90	0,26	0,089	0,256	
16	14,60	11,75	0,64	0,080	0,224	0,138
17	14,45	11,60	0,73	0,041	0,276	0,094
Adultes accouplés		7,50	0,18	0,068	0,373	0,055
Après accouplement et ponte		3,20		0,034	0,076	

Les nombres du Tableau précédent correspondent à des lots renfermant un nombre égal de mâles et de femelles.

Variation de poids. — Si nous construisons, à l'aide des nombres que nous avons obtenus, la courbe des variations de poids, nous voyons que cette courbe subit une chute rapide tout à fait au début de la chrysalidation, lors de la transformation de la larve en chrysalide; elle se maintient ensuite légèrement et régulièrement inclinée pendant toute la durée moyenne de la métamorphose, du 5e au 17e jour, pour redescendre ensuite rapidement aux approches de l'éclosion, c'est-à-dire au moment de la transformation de la chrysalide en insecte parfait.

Les pertes de poids les plus grandes ont donc lieu au début et à la fin de la nymphose; elles coïncident avec les périodes pendant lesquelles s'opèrent les modifications morphologiques les plus importantes : chrysalidation et éclosion.

Glucose. — Cl. Bernard avait vu que les asticots ne renfermaient pas de

glucose et que cette substance apparaissait pendant le stade chrysalidaire pour se maintenir ensuite chez l'adulte.

Pour Bataillon et Couvreur, la date d'apparition du glucose, chez le ver à soie, serait fixe; elle aurait lieu, dans la larve, vers la fin du filage. Dans cinq séries de recherches portant sur trois années différentes (1902-1903-1904), nous avons déterminé la date d'apparition du glucose et nous avons vu que cette époque est très variable. Tantôt le glucose a apparu au deuxième jour de filage; tantôt, au contraire, vers la fin de la chrysalidation, au quinzième jour et même parfois à la veille de l'éclosion. Dans les expériences résumées dans le Tableau, le glucose a apparu dès le deuxième jour du filage et il s'est maintenu pendant toute la durée de nymphose en présentant de grandes irrégularités.

Glycogène. — L'examen de nos résultats montre une formation brusque de glycogène, dès le début du filage, fait constaté déjà par Bataillon et Couvreur. La richesse en glycogène passe par un maximum qui semble coïncider avec le moment de la transformation du ver en chrysalide. A partir de ce moment le glycogène va sans cesse en diminuant. Il subit une chute rapide immédiatement après ce maximum et une nouvelle baisse à la veille de l'éclosion.

Graisse. — Si nous construisons la courbe de variations de la graisse, nous voyons que, à part quelques oscillations dues à ce que l'on est obligé d'opérer à chaque dosage sur des individus différents, l'allure générale indique une disparition progressive de cette substance au cours de la nymphose. La chute est surtout rapide au début et à la fin de la chrysalidation.

Albumines solubles. — Les chiffres que nous avons obtenus montrent, du premier au deuxième jour du filage, un fort accroissement en albumines solubles; puis, du deuxième jour jusqu'au moment de la chrysalidation, cette teneur reste à peu près stationnaire; à partir de cette époque, on observe une diminution régulière et rapide jusqu'au moment de l'éclosion.

Conclusions. — I. La date d'apparition du glucose au cours de la nymphose est variable; elle peut se présenter depuis le début du filage jusqu'à l'éclosion.

II. L'étude du chimisme des métamorphoses du ver à soie nous montre une formation intense d'albumines solubles et de glycogène pendant le filage et, à partir du moment où la chrysalide est formée, une consommation constante de ces substances. Au début de la nymphose, la production d'albumines solubles et de glycogène surpasse la consommation, tandis qu'après cette période la consommation l'emporte sur l'élaboration.

Pour la graisse, la teneur va en diminuant dès le début; pendant toute la durée de la nymphose, la consommation surpasse toujours l'élaboration.

La chrysalide une fois formée consomme donc parallèlement les trois sortes de réserves : azotées, grasses et hydrocarbonées.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine.* Note de MM. **J. Ville** et **E. Derrien**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Note précédente (1) nous avons signalé la modification que le fluorure de sodium imprime au spectre de la méthémoglobine; ce dernier disparaît pour faire place à une bande d'absorption très foncée et bien délimitée, située à droite de la bande, dans le rouge, de la méthémoglobine. On constate en outre, à l'union du vert et du bleu, l'existence d'une deuxième bande plus large que la précédente mais moins foncée. Nous avons constaté que cette modification spectrale se produit également par l'action d'une solution très diluée d'acide fluorhydrique. Nous avions donc pensé qu'il se forme ainsi une combinaison fluorée de la méthémoglobine. Nous venons de l'obtenir, en effet, à l'état cristallisé.

Pour cela, une solution concentrée de méthémoglobine de cheval est additionnée d'une solution, saturée à froid, de fluorure de sodium, jusqu'à ce qu'un échantillon convenablement dilué ne présente plus le spectre de la méthémoglobine et que la bande dans le rouge (centre à $\lambda = 634$) ait complètement disparu pour faire place à la bande foncée (centre à $\lambda = 612$), qui caractérise surtout la transformation qu'éprouve la méthémoglobine au contact du fluorure. Cette transformation est manifestée par la coloration verdâtre de la mousse que donne l'agitation du liquide; en même temps la liqueur devient dichroïque, offrant une coloration verte en couche mince et rouge pourpre en couche plus épaisse. Finalement on ajoute encore une nouvelle quantité de la solution de fluorure de sodium, la moitié environ de celle déjà employée.

En ajoutant à cette liqueur fluorée le quart de son volume d'alcool à 90°, les deux liquides étant refroidis à 0°, nous n'avons jamais pu observer la formation de cristaux, même en maintenant longtemps la préparation dans un mélange réfrigérant. Au contraire, nous avons obtenu un produit cristallisé en utilisant le sulfate ammonique, préconisé par M. Schulz pour la préparation des cristaux d'oxyhémoglobine. La liqueur fluorée, additionnée de son volume d'une solution saturée à froid de ce sel, donne, si l'on refroidit vers 0°, une cristallisation abondante formée de lamelles rhomboïdales très minces ou de prismes clinorhombiques suivant la concentration et la rapidité de formation de ces cristaux. Ils présentent le dichroïsme observé avec la solution fluorée :

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 743.

les lamelles apparaissent au microscope colorées en vert; les prismes, plus épais, offrent une coloration rouge pourpre.

Les lamelles rhomboïdales, examinées au microspectroscope, présentent le même spectre d'absorption que celui signalé par la liqueur fluorée.

Les cristaux ainsi obtenus, qui se distinguent si nettement des cristaux de la méthémoglobine, sont la forme cristallisée d'une combinaison fluorée de la méthémoglobine. Toutefois cette combinaison est instable; les cristaux ne peuvent être conservés que dans la liqueur où ils ont pris naissance et en présence d'un excès de fluorure de sodium. Lorsqu'on veut les recueillir soit par filtration, soit par centrifugation, ils s'altèrent rapidement; la purée cristalline perd sa couleur rouge pourpre, devient rouge brunâtre et l'on constate au spectroscope leur transformation en méthémoglobine.

Cette combinaison fluorée se forme également par l'action de l'acide fluorhydrique. Lorsque cet acide en solution très étendue (à 1 pour 1000 environ) est ajouté goutte à goutte à une solution de méthémoglobine, en suivant au spectroscope les modifications produites, on constate la disparition du spectre de la méthémoglobine acide, remplacé par celui de la méthémoglobine fluorée.

Le spectre de la méthémoglobine fluorée est caractérisé par la présence de deux bandes d'absorption : l'une, très nette et très foncée, située dans le rouge orangé, entre C et D, dont le centre est à $\lambda = 612$; la seconde plus large et moins foncée, placée entre C et F, à l'union du vert et du bleu; cette bande d'absorption rappelle la quatrième bande de la méthémoglobine acide, mais elle empiète plus sur le bleu que cette dernière et son centre est à $\lambda = 494$.

Comme l'oxyhémoglobine n'est pas modifiée dans son spectre par le fluorure de sodium, le spectre de la méthémoglobine fluorée, caractérisé par *les deux seules bandes* que nous venons de décrire, nous semble définitivement trancher la question concernant la nature des deux bandes intermédiaires du spectre de la méthémoglobine acide. Il montre, en effet, que ces deux bandes intermédiaires, qui disparaissent lors de la transformation de la méthémoglobine acide en méthémoglobine fluorée, ne sont pas dues, comme l'ont admis certains auteurs, à un reste d'oxyhémoglobine non transformée et qu'elles appartiennent bien à la méthémoglobine acide dont le spectre est réellement constitué par quatre bandes d'absorption.

L'acide fluorhydrique, en solution très diluée, transforme la méthémoglobine alcaline en méthémoglobine fluorée. Cette transformation, au contraire, ne s'observe pas avec le fluorure de sodium. Lorsqu'on ajoute une solution de ce sel à une dissolution

de méthémoglobine alcalinisée par addition de quelques gouttes de soude ou de potasse au dixième, on n'observe aucun changement spécial; le spectre de la méthémoglobine alcaline persiste avec ses trois bandes caractéristiques.

Sous l'influence des alcalis, ainsi que des carbonates et bicarbonates alcalins, la méthémoglobine fluorée est transformée en méthémoglobine alcaline; l'addition modérée d'acide chlorhydrique très dilué régénère la combinaison fluorée de la méthémoglobine.

Si l'on ajoute avec précaution du sulfure ammonique à une solution de méthémoglobine fluorée placée devant la fente du spectroscope, on observe successivement la formation de méthémoglobine alcaline, d'oxyhémoglobine et finalement d'hémoglobine réduite. Cette succession de phénomènes est due à l'action du réducteur sur la méthémoglobine alcaline préalablement formée par l'alcalinité du réactif.

Les sels neutres (chlorure de sodium, sulfate de sodium, sulfate de magnésium, azotate de sodium, etc.) transforment la méthémoglobine fluorée en méthémoglobine acide. C'est ainsi, par exemple, qu'en ajoutant goutte à goutte une solution saturée de chlorure de sodium à une solution de méthémoglobine fluorée, on constate que la bande dans le rouge orangé (centre à $\lambda = 612$) diminue d'intensité en s'élargissant à gauche par suite de la transformation partielle de la méthémoglobine fluorée en méthémoglobine acide, la présence de cette dernière s'accuse de plus en plus, et finalement on observe exclusivement la bande dans le rouge (centre à $\lambda = 634$) avec les autres bandes de la méthémoglobine acide. Cette action des sels neutres semble être due à la formation de sels doubles ou de fluosels avec mise en liberté de méthémoglobine acide.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La philocatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux.* Note de M. F. **Battelli** et Mlle L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Les recherches dont nous allons exposer les résultats ont été faites dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève.

Nous avons donné le nom d'*anticatalase* (Société de Biologie, 1905) à un ferment ayant la propriété de détruire la catalase en présence de l'oxygène. Il est facile de montrer la présence de ce ferment dans plusieurs tissus animaux, tels que la rate, le foie, le poumon. C'est la rate de bœuf, et surtout celle de cheval, qui nous a semblé contenir une quantité d'anticatalase plus grande que les autres organes.

L'alcool, l'acétone, etc. détruisent presque complètement l'anticatalase; on ne peut donc pas préparer l'anticatalase au moyen de ces réactifs. L'anticatalase est précipitée en totalité par le sulfate d'ammonium à saturation. Après dialyse, à basse température, on retrouve l'anticatalase intacte.

L'anticatalase n'est pas précipitée par l'acide acétique. La rate broyée, traitée par

trois volumes d'une solution d'acide acétique à 1 pour 1000, donne, après filtration, un extrait riche en anticatalase. Par évaporation dans le vide, à une température de 45°, on obtient une solution concentrée d'anticatalase. Cette solution, étant acide, se garde plusieurs jours inaltérée.

Si l'on injecte une solution concentrée d'anticatalase dans les veines d'un chien ou d'un lapin, on constate que l'anticatalase disparaît immédiatement du sang.

Le sérum sanguin possède le pouvoir d'empêcher l'action de l'anticatalase sur la catalase. Les extraits aqueux de muscles, de reins, de cerveau, possèdent de même cette propriété à un haut degré. Si l'on mélange ensemble quelques centimètres cubes d'extrait musculaire, d'une solution d'anticatalase et d'une solution de catalase, et qu'on place le tout à 40°, on constate que la catalase n'est pas détruite par l'anticatalase. Les extraits bouillis perdent cette propriété. L'extrait aqueux des muscles, du cerveau, etc., traité par l'alcool, donne un précipité qui empêche énergiquement l'action de l'anticatalase sur la catalase.

Si l'on ajoute une faible quantité d'extrait musculaire à une grande quantité d'anticatalase, on constate que celle-ci est rapidement détruite à la température de 40°, beaucoup moins vite à 18° et pas du tout à 5°.

Dans plusieurs tissus, de même que dans le sérum sanguin, il existe donc une substance ayant les propriétés d'un ferment et présentant le pouvoir de détruire l'anticatalase, en protégeant ainsi la catalase. Nous proposons de donner à ce ferment le nom de *philocatalase*.

La philocatalase existe aussi dans les organes riches en anticatalase, tels que la rate, le foie, etc., et dans lesquels l'action de ce dernier ferment est prédominante. Pour le montrer il suffit de précipiter l'extrait aqueux de ces organes par l'alcool, qui détruit l'anticatalase et laisse intacte la philocatalase. Nous ne pouvons pas dire si les organes, dans lesquels l'action de la philocatalase est prédominante, contiennent aussi l'anticatalase, car nous n'avons pas encore pu trouver un moyen qui détruise la philocatalase, tout en laissant intacte l'anticatalase.

La philocatalase agit bien en milieu neutre, mais elle n'agit pas en milieu acide. C'est pour cela que l'anticatalase se garde longtemps dans l'extrait de rate acidifié par l'acide acétique, tandis qu'elle disparaît peu à peu dans le même extrait neutralisé.

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur l'action de l'acide formique dans les maladies à tremblements.* Note de M. E. CLÉMENT, présentée par M. E.-H. Amagat.

Parmi les actions que l'acide formique exerce sur le système musculaire et que nous avons fait connaître (*Comptes rendus*, mars 1904), il en est une très remarquable, c'est celle qu'il a sur le tonus de tous les muscles.

Elle se traduit chez les sujets par une sensation de fermeté des masses musculaires.

Il était tout indiqué de rechercher ce que l'acide formique pouvait produire dans certaines formes de tremblements, où le tonus est affaibli.

Je l'ai administré avec succès dans deux cas de tremblements très intenses, chez une femme de 65 ans et un homme de 72 ans. La première avait son tremblement depuis 10 ans et le second depuis 18 ans.

Ce ne sont pas des tremblements séniles, car le menton, les lèvres, la tête sont immobiles.

Ils disparaissent au repos, ou du moins ils sont très atténués, ce qui les sépare des tremblements parkinsoniens.

Quoique très exagéré dans l'exécution des mouvements volontaires, au point que ces deux malades ne peuvent porter un verre à la bouche qu'en se servant des deux mains, leur tremblement n'a pas le rythme, ni les oscillations de celui de la sclérose en plaques. D'ailleurs tous deux ont la perte des reflexes patellaires.

Dans ces deux cas, l'acide formique, administré à la dose habituelle de 4g de la solution normale, a donné des résultats aussi rapides que surprenants. En deux jours le tremblement a été assez modifié pour que ces malades aient pu boire aisément d'une seule main sans faire répandre un verre à moitié plein.

Les jours suivants l'amélioration s'est accentuée, mais le tremblement n'a pas complètement disparu. Il serait peut-être illusoire de compter sur un succès plus complet, puisque les troubles moteurs sont anciens et datent de 10 et de 18 ans.

Ce qu'il y a de bien établi par ces faits, et bien d'autres analogues, c'est qu'aucun médicament n'agit d'une manière aussi rapide et aussi nette, sur ce trouble de la motilité. L'hyoscyamine, qui est le médicament de choix, ne peut pas entrer en ligne de compte.

Nous ne pouvons encore rien affirmer au sujet de l'action de cet agent dans la maladie de Parkinson.

Il y a lieu d'espérer qu'il donnera des résultats favorables dans la chorée ou dans certaines formes de chorée.

GÉOLOGIE. — *Les régions volcaniques traversées par la Mission saharienne.* Note de MM. F. **Foureau** et **Louis Gentil**, présentée par M. A. Lacroix.

Des régions volcaniques ont été traversées ou côtoyées par la Mission saharienne.

Les premiers fragments de roches de cette origine, recueillis par l'un de nous, ont été trouvés au nord du Grand-Erg et dans le Grand-Erg : ce sont des *scories* et des *laves basaltiques* qui proviennent très vraisemblablement du Ahaggar.

Ces données confirment la nature éruptive attribuée par Duveyrier à certaines montagnes de ce massif, de même que des explorations très récentes (lieutenants Guillo-Lohan et Besset) en ont rapporté des *basaltes* et une *phonolite*.

Plus au sud, dans le Tindesset, le Tinezzouatine et au pied méridional de l'escarpement du Tassili, se trouvent, en plusieurs points, des *scories basaltiques* descendues de la crête méridionale du Tassili, dont la structure géologique a déjà été entrevue par Duveyrier.

La partie de l'Adrar formée par les vallées de l'ouad Afara, de l'ouad Affattakha et du bas ouad Tiref, constitue la région volcanique la plus intéressante qui ait été traversée par la Mission. On y rencontre des *basaltes*, des *phonolites*, des *téphrites à olivine*, et des fragments d'une roche *lamprophyrique* riche en amphibole barkévicite qui rappelle certaines *camptonites*. Les basaltes, cristallins ou vitreux, n'offrent rien de particulier; les phonolites se rapportent à des types pétrographiques distincts récemment signalés par l'un de nous (¹). Les téphrites à olivine sont intéressantes, non seulement par leur composition minéralogique et chimique, mais encore par leur grand développement : de grandes coulées s'étendent entre les ouadi cités plus haut et le mont Télout que l'on doit considérer comme l'un des principaux points d'émission de ces déjections; d'autres pitons de l'Adrar paraissent également représenter des vestiges d'appareils plus ou moins démantelés.

La région volcanique de l'itinéraire de la Mission qui offre le plus grand développement s'étend entre Aguellal et l'ouad Tini, dans l'Aïr méridional; sur un parcours de plus de 150^{km}, ce sont des *volcans basaltiques* avec tout

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 413.

leur cortège de laves, de scories et de tufs de projection qui paraissent descendre des pics de Taguet et de Kombo, et de pics situés à l'est de ces derniers; puis on rencontre des produits analogues provenant du massif de l'Aggatène et du Diguellane. Ces volcans basaltiques sont d'âge récent si l'on en juge par la présence fréquente de cirques ou de cuvettes comme au sud du Diguellane et au puits d'Aourarene et que l'un de nous considère comme des cratères encore conservés.

Plus au sud, les plateaux de Ghraghar et de Tarhit sont couronnés par des *laves basaltiques*; ils ont été antérieurement parcourus par Barth qui en avait indiqué la structure géologique.

On abandonne là ces roches basaltiques pour rencontrer des roches de couleur claire, sans doute moins étendues en surface, mais offrant beaucoup plus d'intérêt au point de vue pétrographique.

La Mission a recueilli, dans l'ouad Aoudéras, un fragment d'une *phonolite à œgyrine* qui offre la plus grande analogie de composition et de structure avec celle de l'ouad Afara et un *trachyte à œgyrine* dont le métasilicate est très décomposé.

Enfin, au sud du lac Tchad, aux Hadjar El-Khemis et aux environs de Koussouri, se montrent des *rhyolites à œgyrine et riebeckite* déjà signalées par l'un de nous [1]. Ces dernières roches, riches en alcalis, rapprochées des phonolites, des téphrites et des trachytes mentionnés ci-dessus, donnent, avec le granite à riebeckite de Zinder, et diverses autres roches décrites récemment par plusieurs auteurs, au Centre africain, un intérêt pétrographique tout particulier qui appelle l'attention des explorateurs futurs.

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **Paulin** adresse, de Grenoble, à la date du 29 avril, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré aujourd'hui très forte secousse, direction nord-sud, $1^h 59^m 15^s$ matin, méridien de Paris.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 46.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1[er] mai 1905.

Traité pratique de Calorimétrie chimique, par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; 2e édition, revue, corrigée et augmentée. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer, par MM. P. Fliche et R. Zeiller. Paris, au siège de la Société géologique de France, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert 1er, *Prince souverain de Monaco*, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard; fascicule XXIX : *Mémoires océanographiques* (1re série), par J. Thoulet; avec 9 planches. Imprimerie de Monaco, 1905; 1 vol. in-4°.

Les tremblements de terre dans les Ardennes et les régions voisines, par J. Villette. Sedan, imp. E. Laroche, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

A.-A. Parmentier (1737-1813), sa vie, son œuvre, hommages rendus à sa mémoire, par René Lapierre. Angers, imp. A. Budin et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 33e année, n° 1, janvier et février 1905. Rouen, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Comptes rendus des séances de la quatorzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Copenhague du 4 au 13 août 1903, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. Van de Sande Bakhuyzen; vol. II : *Rapports spéciaux;* avec 20 cartes et planches. Berlin, Georg Reimer, 1905; 1 vol. in-4°.

The astronomical and astrophysical Society of America; sixth meeting, Philadelphia, Pa., 1904, pub. by Frank-B. Littell. (Extr. de *Science*, n. s., vol. XXI, n° 533, p. 406-424, 17 mars 1905.) 1 fasc. in-8°.

Project for the Panama canal, by Lindon W. Bates; with general plans and profiles of the waterway, the regulation works and terminal harbors. s. l. 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Plantae bogorienses exsiccatae, novae vel minus cognitae quae in horto botanico coluntur, auctore B.-P.-G. Hochreutiner, Dr Prof. Genevensi horti botanico Typis Instituti botanici bogoriensis, MCMIV. 1 fasc. in-4°.

Memoirs from the biological Laboratory of the Johns Hopkins University; t. V : *Selected morphological monographs.* Baltimore, 1903; 1 vol. in-4°.

The Johns Hopkins University Circular; 1904, nos 1-3, 5-8; 1905; nos 1-2. Baltimore, 1904-1905; 9 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, edited by FRANK MORELY, with cooperation of SIMON NEWCOMB, pub. under the auspices of the Johns Hopkins University; vol. XXVI, nos 1-4; vol. XXVII, no 1. Baltimore, 1904, 1905; 5 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1905.)

Note de M. *A. Lacroix,* Conclusions à tirer de l'étude des enclaves homœogènes pour la connaissance d'une province pétrographique. Santorin :

Page 973, ligne 14, *au lieu de* microlitiques, *lisez* miarolitiques.

Note de M. *Belzecki,* Sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle :

Page 1018, dernière formule, *au lieu de*

$$R = \sum \left(A r^{m-2} - 2 B r^m - \frac{2 \mathcal{A}}{r^m} + \frac{D}{r^{m+2}} \right) \cos(m\varphi) - C \left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r^2} \right) - C_1 \, ln \frac{r}{r_0}$$

lisez

$$R = \sum \left(A r^{m-2} + \frac{m-2}{m+2} B r^m + \frac{m+2}{m-2} \frac{\mathcal{A}}{r^m} + \frac{D}{r^{m+2}} \right) \cos m\varphi - C \left(\frac{1}{r_0^2} - \frac{1}{r^2} \right) - C_1 \, ln \frac{r}{r_0}$$

Page 1019, première formule, *au lieu de*

$$\theta = -\frac{3}{2(\lambda + \mu)} \left(B r + \frac{\mathcal{E}}{r^m} \right) \cos m\varphi - \frac{1}{2(\lambda + \mu)} \left(\frac{2C}{r_0^2} + 2 C_1 \, ln \frac{r}{r_0} + C_1 \right),$$

lisez

$$\theta = -\frac{2}{\lambda + \mu} \left(\frac{B r^m}{m+2} - \frac{\mathcal{A}}{(m-2) r^m} \right) \cos(m\varphi) - \frac{1}{2(\lambda + \mu)} \left(\frac{2C}{r_0^2} + 2 C_1 \, ln \frac{r}{r_0} + C_1 \right),$$

Note de M. *F. Maignon,* Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme :

Page 1065, ligne 1, *au lieu de* chien âgé, *lisez* chiens âgés.

(Séance du 17 avril 1905.)

Page 1124, *au lieu de* Note de M. F. MAIGNAN, Production d'alcool et d'acétone par les muscles, *lisez* Note de M. F. MAIGNON, ...

(Séance du 25 avril 1905.)

Note de M. *P. Fliche,* Deux observations relatives à la flore des jeunes taillis :

Page 1129, note (1) et page 1132, ligne 2, *au lieu de* taillis sans futaie, *lisez* taillis sous futaie.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 1er mai 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Berthelot. — Nouvelles recherches sur la combinaison chimique 1153

M. Berthelot. — Sur la perméabilité des tubes de silice fondue 1159

M. Alfred Ditte. — Action de l'iodure mercurique sur l'acide sulfurique et sur les sulfates de mercure 1162

M. Mascart. — Sur le tremblement de terre du 29 avril 1168

M. Berthelot fait hommage à l'Académie de la deuxième édition de son Ouvrage intitulé : « Traité pratique de Calorimétrie chimique » 1168

M. R. Zeiller présente une brochure qu'il a publiée en collaboration avec M. *P. Fliche*, « Sur une florule portlandienne des environs de Boulogne-sur-Mer » 1168

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905 : MM. *d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Laveran, Roux, Giard, Dastre* 1169

Commission chargée de juger le concours des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905 : MM. *Troost, Poincaré, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet* 1169

Commission chargée de juger le concours du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 : MM. *Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Grandidier, Guyou, Poincaré, de Lapparent* 1169

Commission chargée de juger le concours du prix Wilde pour 1905 : MM. *Berthelot, Maurice Levy, Mascart, Lœwy, Darboux, de Lapparent, Troost* 1169

Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1905 : MM. *Berthelot, Poincaré, Darboux, Troost, Gaudry, Mascart, Moissan* 1169

Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905 : MM. *de Freycinet, Brouardel, Picard (Alfred), Haton de la Goupillière, Laussedat, Carnot, Rouché* 1169

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905 : MM. *Poincaré, Appell, Jordan, Darboux, Picard (Émile), Painlevé, Humbert* 1169

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale une brochure intitulée : « Les tremblements de terre dans les Ardennes et les régions voisines », par M. *J. Villette* 1169

M. Guinchant. — Sur la triboluminescence de l'acide arsénieux 1170

M. P. Langevin. — Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre 1171

M. E. Mathias. — Sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés 1174

M. Ponsot. — Chaleur dans le déplacement de l'équilibre d'un système capillaire 1176

M. E. Rogovski. — Sur la différence de

N° 18.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

température des corps en contact......... 1179
M. CAMILLE MATIGNON. — Préparation des chlorures anhydres des métaux rares..... 1181
M. E. RENGADE. — Sur l'amidure de cœsium. 1183
M. EUGENIO PINERUA ALVAREZ. — Sur un nouveau réactif de potassium........... 1186
M. G. FRON. — Sur les conditions de développement du mycélium de la morille.... 1187
M. E.-S. BELLENOUX. — L'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) en Agriculture.... 1190
M. STÉPHANE LEDUC. — Variation de la pression osmotique dans le muscle par la contraction................................ 1190
MM. C. VANEY et F. MAIGNON. — Variations subies par le glucose, le glycogène, la graisse et les albumines solubles au cours des métamorphoses du Ver à soie......... 1192
MM. J. VILLE et E. DERRIEN. — Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine.................................. 1195
M. F. BATTELLI et Mlle L. STERN. — La philocatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux................................ 1197
M. E. CLÉMENT. — Sur l'action de l'acide formique dans les maladies à tremblements.................................. 1198
MM. F. FOUREAU et LOUIS GENTIL. — Les régions volcaniques traversées par la Mission saharienne......................... 1200
M. PAULIN adresse une dépêche relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble. 1201
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.. 1202
ERRATA.. 1203

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 19 (8 Mai 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MAI 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques.* Note de MM. **A. Haller** et **M. Desfontaines.**

On sait que certains alcools polyatomiques, acides alcools, acides polybasiques, amides acides actifs, en passant, par perte d'eau, à l'état d'oxydes, de lactones, d'anhydrides, d'imides, tous composés qui ont une structure cyclique, éprouvent une augmentation dans leur pouvoir rotatoire (1).

Remarquons cependant que, dans toutes ces molécules, l'un des chaînons du noyau formé n'est pas constitué par du carbone, mais par de l'oxygène ou de l'azote.

Dans une précédente Communication (2), nous avons déjà appelé l'attention sur l'augmentation de pouvoir rotatoire qu'éprouve l'éther β-méthyladipique en passant à l'état d'éther méthylcyclopentanonecarbonique, dont tous les chaînons du noyau sont formés par du carbone et inversement sur la diminution de pouvoir rotatoire que manifestent les éthers propylméthyl- et allylméthylcyclopentanonecarboniques en devenant acides propylméthyl- et allylméthyladipiques, molécules à chaîne ouverte.

Dans la présente Note, nous nous proposons de généraliser cette observation.

Nous avons d'abord reproduit un certain nombre d'éthers de l'acide

(1) Dans son remarquable *Traité de Stéréochimie,* M. A. Werner donne la liste des principaux corps actifs auxquels nous faisons allusion (p. 137-138).

(2) A. Haller et Desfontaines, *Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1613.

β-méthyladipique, dont l'un a été préparé jadis par M. Semmler ([1]) et les autres par M. Freundler ([2]).

Tous ces éthers ont ensuite été condensés en éthers méthylcyclopentanonecarboniques par la méthode de M. Dieckmann ([3]), qui a préparé l'éther éthylique ([4]).

$$\begin{array}{c} \qquad CH^3 \\ \qquad | \\ R.CO^2.CH^2 - CH - CH^2.CH^2.CO^2R + Na \end{array}$$

$$= R\,OH + \begin{array}{c} CH^2 - C\,Na\,CO^2R \\ | \qquad\quad | \\ CH^3 - CH \qquad CO \\ \diagdown \quad \diagup \\ CH^2 \\ \text{(I)} \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{c} CH - CO^2R \\ \diagup \quad \diagdown \\ CH^3 - CH \qquad CO \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 - CH^2 \\ \text{(II)} \end{array}$$

Ces combinaisons cycliques, traitées par du sodium en fil ou en poudre et par des iodures alcooliques, donnent naissance aux éthers α-alcoyl-δ-méthyl-β-cyclopentanonecarboniques qu'une saponification à 170° par de l'éthylate de soude d'abord, puis par de la potasse, transforme en acides α-alcoyl-γ-méthyladipique :

$$\begin{array}{c} \qquad R \\ \qquad \diagup \\ CH^2 - C - CO^2R \\ | \qquad | \\ CH^3CH \qquad CO \\ \diagdown \quad \diagup \\ CH^2 \end{array} + 2K\,HO = R\,OH + K\,CO^2 - CH^2.\overset{CH^3}{CH} - CH^2.\overset{R}{CH} - CO^2K.$$

Ces acides sont ensuite mis en liberté, purifiés et analysés.

Nous donnons, dans les Tableaux suivants, les principales constantes de ces différentes séries de corps.

Les pouvoirs rotatoires des composés liquides ont été pris sous une colonne de 100^{mm}; ceux des corps solides ont été déterminés dans l'alcool, et les pouvoirs rotatoires spécifiques ont été calculés au moyen de la formule usuelle.

([1]) Semmler, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXV, p. 3517.

([2]) Freundler, *Bull. Soc. chim.*, (3), t. XIII, p. 6.

([3]) Dieckmann, *Ann. chem. Pharm.*, t. CCCVII, p. 78.

([4]) La constitution des éthers méthylcyclopentanonecarboniques n'est pas encore définitivement établie. Des expériences en cours ont pour but de nous fixer sur ce point. En attendant, nous adopterons avec M. Dieckmann la formule (I), qui paraît la plus probable.

La concentration des solutions oscillait autour de $\frac{1}{50}$ de molécule par litre de dissolvant.

Le pouvoir rotatoire spécifique de l'acide méthyladipique employé était $[\alpha]_D = +9°15'$.

TABLEAU I. — *Constantes physiques des éthers β-méthyladipiques.*

Noms des éthers.	Point d'ébullition.	Densité.	α_D.	$[\alpha]_D$.
Éther méthylique...	126° (sous 16^{mm})	1,008 (à 18°)	+ 3°50'	+ 3°49'
Éther éthylique....	138 (sous 15)	1,04 (à 18)	+ 2.30	+ 2.24
Éther propylique...	166-167 (sous 16)	0,964 (à 20)	+ 2. 6	+ 2.10
Éther isobutylique..	178-180 (sous 20)	0,947 (à 18)	+ 2. 4	+ 2. 9

TABLEAU II. — *Constantes des éthers δ-méthyl, β-cyclopentanonecarboniques correspondants.*

Noms des éthers.	Point d'ébullition.	Densité.	α_D.	$[\alpha]_D$.
Éther méthylique...	110° (sous 16^{mm})	1,07 (à 15°)	+97°20'	+91° 7'
Éther éthylique....	118 (sous 18)	1,05 (à 15)	+82.20	+78.24
Éther propylique...	123-124 (sous 15)	1,029 (à 15)	+66.38	+64.45
Éther isobutylique..	145 (sous 25)	0,956 (à 15)	+63.15	+66. 9

TABLEAU III. — *Constantes des éthers δ-méthyl-α-alcoyl-β-pentanonecarboniques.*

Noms des éthers.	Point d'ébullition.	D_{15}.	α_D.	$[\alpha]_D$.
α-δ-diméthylcyclopentanone-carbonate de méthyle.	105°-106° (sous 15^{mm})	1,053	83°10'	78°58'
α-éthyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate de méthyle.	108-111 (sous 15)	1,041	61.40	59.14
α-propyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate de méthyle.	138-140 (sous 22)	1,02	54.14	53. 3
α-allyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate de méthyle.	126-128 (sous 13)	1,029	60.00	58.18
α-δ-diméthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle.	112-113 (sous 15)	1,01	70.50	70.00
α-éthyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle.	124 (sous 15)	1,01	51.38	51. 7
α-propyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle.	136-137 (sous 15)	1,00	51. 8	51. 8
α-allyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle.	139-141 (sous 18)	1,01	62.54	62.16
α-isobutyl-δ-méthylcyclopentanone-carbonate d'éthyle.	188-190 (sous 20)	0,994	29.53	30.33
α-δ-diméthylcyclopentanone-carbonate de propyle.	125-128 (sous 14)	0,991	50.00	50.28

Tableau IV. — *Constantes des acides α-alcoyl-γ-méthyladipiques.*

Noms des acides.	P. Fusion.	Poids de l'acide dans 10^{cm^3}.	α_D.	$[\alpha]_D$.
Acide α-γ-diméthyladipique..........	80°	0,2111	+0°. 6'	+ 4°.44'
Acide α-éthyl-γ-méthyladipique.......	97-98	0,1355	+0.11	+13.31
Acide α-propyl-γ-méthyladipique.....	110	0,1963	+0.20	+16.58
Acide α-allyl-γ-méthyladipique.......	104	0,1972	+0.32	+27.53

L'examen de ces divers Tableaux montre tout d'abord et de la manière la plus évidente, qu'il existe une différence considérable entre les pouvoirs rotatoires spécifiques des éthers méthyladipiques (Tableau I) et ceux des éthers cycliques, c'est-à-dire des éthers δ-méthyl-β-cyclopentanonecarboniques correspondants.

La rotation de ces derniers est environ trente fois plus forte que celle des premiers.

Il montre en outre : 1° qu'au fur et à mesure que le poids moléculaire de ces éthers augmente, leur pouvoir rotatoire spécifique diminue, ce qui est conforme à ce que l'on sait pour diverses séries d'éthers homologues; 2° que l'introduction en α de nouveaux radicaux dans les molécules cycliques a également pour effet de diminuer la rotation des éthers méthylcyclopentanonecarboniques; 3° que les acides α-alcoyl-γ-méthyladipiques provenant de l'ouverture de la chaîne des éthers α-alcoyl-δ-méthyl-β-cyclopentanonecarboniques voient leur pouvoir rotatoire diminué dans des proportions notables; 4° enfin que les composés allylés, comparés aux dérivés α-propylés possèdent toujours un pouvoir rotatoire plus élevé de quelques degrés, fait que nous avons déjà mis en évidence dans notre premier Mémoire.

Pour rendre la comparaison plus frappante entre les éthers cycliques du Tableau III et les composés du Tableau IV, il aurait fallu préparer les éthers de ces derniers, éthers qui n'auraient pas manqué de montrer une rotation encore plus petite que celle des acides, mais la grande difficulté que présente la préparation de notables quantités de ces acides alcoylméthyladipiques nous a empêché jusqu'à présent d'entreprendre celle des éthers.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle synthèse de l'acide oxalique.* Note de M. **H. Moissan**.

Dans notre étude de la combinaison de l'anhydride carbonique et de l'hydrure de potassium ([1]), nous avons établi que, entre — 85° et + 54°, le gaz carbonique desséché avec le plus grand soin restait au contact de l'hydrure sans produire aucune réaction.

Si, dans ce mélange, nous ajoutons une trace d'eau, correspondant à celle qui est fournie par la tension de vapeur de la glace à — 80°, la combinaison se produit instantanément.

A partir de + 54°, l'anhydride carbonique sec s'unit à l'hydrure, avec dégagement de chaleur, pour donner un formiate

$$CO^2 + KH = HCO^2K.$$

Il nous restait, pour terminer l'étude complète de cette réaction, à rechercher si le phénomène était identique lorsque la température s'élevait au delà de +54°.

Nous avons commencé par préparer, dans un tube de verre, une très petite couche d'hydrure de potassium, puis nous avons fait passer un courant d'anhydride carbonique renfermant une trace d'eau, de façon à déterminer la combinaison entre l'hydrure et le gaz carbonique à la température ordinaire. La transformation se produit de suite sans un grand dégagement de chaleur et le composé obtenu, qui est resté blanc, traité par une solution étendue d'acide acétique, puis additionné de chlorure de calcium, ne renferme pas trace d'acide oxalique, et fournit nettement tous les caractères d'un formiate.

Nous avons préparé ensuite un tube qui renfermait une quantité beaucoup plus grande d'hydrure, environ 1g. Nous ferons remarquer qu'en employant les précautions que nous avons indiquées précédemment ([2]), c'est-à-dire en ne chauffant le tube qu'à sa partie inférieure, cette préparation ne demande pas plus de 8 heures.

([1]) H. Moissan, *Étude de la combinaison de l'acide carbonique et de l'hydrure de potassium* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 785).

([2]) H. Moissan, *Préparation et propriétés des hydrures de potassium et de sodium* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, 1902, p. 349).

Nous avons ensuite porté cet hydrure à la température de + 80° et nous avons fait arriver un courant de gaz carbonique sec. La combinaison se produit avec un grand dégagement de chaleur. Lorsque la masse de l'hydrure est un peu forte, non seulement la couleur de ce composé devient plus foncée, mais la surface se recouvre d'une petite couche noire. En reprenant ensuite par une solution étendue d'acide acétique, comme précédemment, il est facile de démontrer que l'hydrure a été transformé en un mélange de formiate et d'oxalate de potassium.

Après traitement de la liqueur par le chlorure de baryum, on recueille avec soin le résidu insoluble, qui est lavé par décantation. On traite ensuite ce précipité par une quantité d'acide sulfurique insuffisante pour produire la décomposition complète du sel. Après filtration, le liquide évaporé laisse déposer des prismes dont la forme est identique, au microscope, avec ceux qui sont fournis par une cristallisation d'acide oxalique.

Les cristaux obtenus, par cette décomposition du sel de baryum, ne sont pas efflorescents, ils sont solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, et presque insolubles dans l'éther sec. Ils fondent à +98°. Chauffés avec de l'acide sulfurique, ils fournissent un dégagement gazeux formé d'un mélange à parties égales d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique.

La solution aqueuse, traitée par le nitrate de calcium, produit un précipité blanc cristallin, insoluble dans l'acide acétique. Elle réduit le chlorure d'or avec dépôt métallique; elle fournit, avec le sulfate de fer, un précipité jaune. La dissolution concentrée dissout le bleu de Prusse.

La solution, additionnée d'une très petite quantité d'azotate d'urane, ne s'altère pas à l'obscurité, et fournit au soleil un dégagement d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique. Enfin, cette solution, traitée par l'azotate d'argent, donne un composé blanc qui, séché, déflagre sous l'action de la chaleur.

Ces caractères qualitatifs ont été confirmés par l'analyse centésimale du composé obtenu qui nous a donné : carbone 18,98 pour 100, hydrogène 4,99.

La formule calculée pour $C^2O^4H^2, 2H^2O$ fournirait : carbone 19,04, hydrogène 4,76, oxygène 76,20.

Tous ces caractères démontrent bien la formation d'oxalate de potassium dans cette réaction

$$2KH + 2CO^2 = C^2O^4K^2 + H^2.$$

Cette formule a été vérifiée, d'ailleurs, par le dégagement d'hydrogène qui doit correspondre à la quantité d'acide oxalique recueilli. Dans une de nos

expériences, nous avons dosé l'acide formique et l'acide oxalique, et nous avons trouvé : acide oxalique $0^{g},053$ (en acide hydraté), acide formique $0^{g},051$. L'hydrogène mis en liberté a été recueilli et mesuré. Son volume était de $9^{cm^3},20$. La quantité théorique, qui aurait dû se produire d'après l'équation précédente, est de $9^{cm^3},36$. Cette concordance nous indique que la réaction est totale et qu'il ne se forme pas d'autre composé en quantité appréciable. Du reste, lorsque la température ne dépasse pas 100° à 150°, le liquide que l'on obtient est peu coloré. Si la réaction se fait vers 200° on recueille après dissolution un liquide plus foncé.

La synthèse de l'acide oxalique a déjà été réalisée par différents chimistes, soit en traitant le cyanogène par l'eau (Wöhler), ou en oxydant le glycol éthylénique (Wurtz), soit par l'oxydation du carbone par l'acide chromique (M. Berthelot). Nous rappellerons aussi que M. Drechsel a obtenu de l'oxalate de sodium en chauffant à 350° l'amalgame de sodium dans un courant d'anhydride carbonique. Mais ce qui nous a paru le plus intéressant, dans ces nouvelles recherches, c'est la marche même de la réaction de l'anhydride carbonique sur l'hydrure de potassium, qui, avec des composés absolument secs, ne donne rien jusqu'à +54°, puis, à cette température, fournit du formiate de potassium et, enfin, produit un mélange de formiate et d'oxalate lorsque la température s'élève entre 100° et 200°.

Nous n'avons pas poursuivi l'étude de cette réaction au delà de cette température, parce que le phénomène devient alors beaucoup plus complexe, et qu'elle a déjà été partiellement étudiée par MM. Merz et Weith, qui ont réalisé la transformation partielle du formiate acide de sodium en oxalate, en chauffant rapidement ce composé à +440°.

Les mêmes expériences, répétées avec l'hydrure de sodium, nous ont donné des résultats identiques.

PATHOLOGIE. — *Pseudo-hématozoaires endoglobulaires.* Note de M. A. Laveran.

Il arrive souvent que des éléments du sang normal plus ou moins modifiés dans leur aspect, par suite de circonstances diverses, sont confondus avec des hématozoaires endoglobulaires. A plusieurs reprises déjà [1], j'ai attiré l'attention sur ces pseudo-parasites; je crois qu'il ne sera pas inutile

[1] A. Laveran, *Soc. de Biologie*, 27 mars 1897, 7 avril 1900 et 25 avril 1903.

de signaler de nouveau quelques-unes des causes d'erreur les plus communes.

1° *État vacuolaire des hématies.* — Lorsqu'une préparation de sang est desséchée lentement et mal fixée, il se produit des vacuoles dans les hématies; cette altération est très commune, en particulier, dans les hématies des sujets anémiques.

Les vacuoles se présentent sous l'aspect d'espaces clairs, d'une réfringence particulière, attendu qu'il existe en général une petite bulle d'air au niveau de chaque vacuole. Par les procédés ordinaires de coloration, on n'arrive pas à colorer ces espaces clairs; toutefois, lorsque les préparations soumises à l'action de réactifs colorants sont mal lavées avant dessiccation, un peu de matière colorante peut rester dans les vacuoles et simuler des karyosomes.

Il semble qu'il soit facile d'éviter cette cause d'erreur; je dois dire cependant que j'ai eu mainte fois l'occasion de constater que des vacuoles des hématies avaient été confondues avec des *Hæmamœba* ou des *Piroplasma*.

Le docteur Montoya y Florez a décrit, l'an dernier, un hématozoaire qui serait spécial au paludisme de la Colombie (1). A ma demande, ce confrère a bien voulu m'envoyer des préparations contenant les éléments décrits par lui comme des hématozoaires nouveaux, et j'ai pu m'assurer qu'il s'agissait, au moins pour la plus grande part (2), d'une altération vacuolaire des hématies. J'ai fait reproduire, en les agrandissant, quelques éléments du sang de l'homme et du crapaud (3) empruntés à des dessins de M. Montoya y Florez (*fig.* I et II). Ces dessins, par eux-mêmes, laissaient déjà peu de doutes sur la nature des altérations des hématies.

Il est bien probable qu'en Colombie le paludisme est produit par le même hématozoaire que partout ailleurs; l'existence de *Hæmamœba malariæ* a été constatée notamment au Vénézuela, dans les Guyanes, au Brésil, dans la République Argentine, pour ne parler que de l'Amérique du Sud.

---

(1) Montoya y Florez, *Parasito del Paludismo en Colombia* (*Acad. de Medicina de Medellin,* 1904).

(2) Le docteur Montoya y Florez a décrit, dans le sang frais, des éléments mobiles sur la nature desquels je ne suis pas fixé. Il ne s'agit pas, en tout cas, d'hématozoaires qui devraient se retrouver dans les préparations de sang desséché.

(3) M. Montoya y Florez ayant trouvé des formes semblables dans le sang des malades atteints de paludisme et chez des crapauds anémiques, a été conduit à admettre chez les crapauds de Colombie une espèce de cachexie palustre (*op. cit.*, p. 25).

2° *Hématies nucléées.* — Ces hématies, qui se rencontrent fréquemment dans le sang des sujets anémiques, ont été confondues souvent avec des

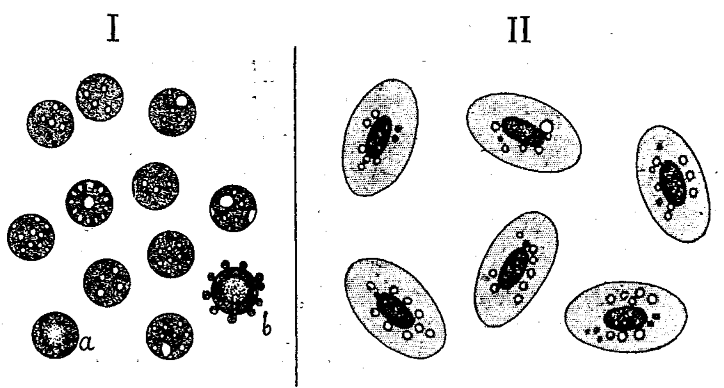


Fig. I. — Hématies d'un homme anémique. — *a*, hématie normale. — *b*, hématie entourée de granulations qui en émanent. — Les autres hématies ont l'aspect vacuolaire (gross. 850 D.).

Fig. II. — Hématies d'un crapaud anémique. Aspect vacuolaire (gross. 1000 D. environ).

hématies parasitées. D'ordinaire on ne trouve qu'un noyau dans chaque hématie nucléée, mais on peut en trouver deux ou trois et le noyau lobulé (*e*, *fig.* III) a quelquefois une certaine ressemblance avec un hématozoaire en voie de segmentation.

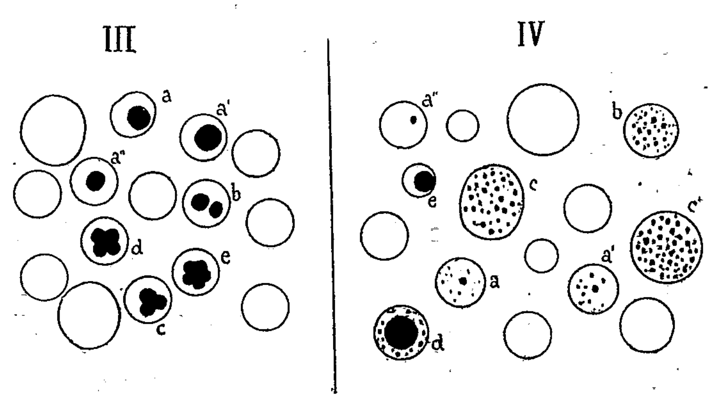


Fig. III. — Hématies d'un malade profondément anémié à la suite d'un accès hemoglobinurique. Au milieu d'hématies normales on voit des hématies nucléées avec un noyau (*a*, *a'*, *a''*) ou plusieurs noyaux (*b*, *c*, *d*, *e*) (gross. 850 D.).

Fig. IV. — Hématies d'un bovidé profondément anémié par la piroplasmose. — *a*, *a'*, *a''*, hématies contenant une grosse granulation chromatique. — *b*, hématie mouchetée de volume normal. — *c*, *c'*, grandes hématies mouchetées. — *d*, hématie nucléée et mouchetée. — *e*, globulin nucléé (gross. 850 D.).

La figure III représente, au milieu d'hématies normales, des hématies

nucléées dessinées dans des préparations de sang d'un malade qui venait d'avoir une atteinte grave de bilieuse hémoglobinurique.

Les noyaux des hématies se colorent fortement et en totalité par les couleurs basiques; on ne distingue pas, par la méthode de Romanowsky, ou par celle que je préconise, un karyosome bien distinct du protoplasme, comme cela a lieu pour les hématozoaires endoglobulaires.

3° *Hématies mouchetées*. — Cet aspect des hématies, commun chez les anémiques, s'observe d'ordinaire dans des échantillons de sang plus ou moins riches en hématies nucléées, mais la relation de fréquence est très variable; tantôt les hématies nucléées sont communes et les hématies mouchetées rares, tantôt c'est l'inverse qui se produit.

L'examen du sang à l'état frais ne révèle rien d'anormal; après coloration par les couleurs basiques et en particulier par la thionine, on distingue, dans un certain nombre d'hématies, des granulations colorées. Ces granulations sont plus ou moins nombreuses et leur volume est variable; dans certaines hématies on ne distingue qu'une granulation arrondie, assez grosse.

La figure IV représente des éléments du sang d'un bœuf fortement anémié à la suite d'une atteinte de piroplasmose avec hémoglobinurie abondante. Les hématies *a*, *a'*, *a''* contiennent une grosse granulation chromatique isolée ou accompagnée de fines granulations; en *b*, on voit une hématie mouchetée de volume normal; en *c* et *c'*, deux grandes hématies mouchetées; en *d*, une hématie nucléée et mouchetée; en *e*, un globulin nucléé.

Les réactions colorantes des granulations des hématies mouchetées sont les mêmes que celles de la chromatine des noyaux des hématies.

Le Dr A. Plehn, qui est cependant un excellent observateur, très au courant de l'étude des hématozoaires endoglobulaires, a décrit les granulations basophiles des hématies comme des formes initiales de l'hématozoaire du paludisme [1]. Il n'est pas douteux que d'autres observateurs aient pris également ces granulations chromatiques pour des hématozoaires endoglobulaires et en particulier pour des *Piroplasma* [2].

Il est facile de distinguer les granulations basophiles des hématozoaires,

---

(1) A. Plehn, *Soc. de méd. de Berlin*, 31 mai 1899 et *Weiteres über Malaria*, Iéna, 1901.

(2) *Voyez* notamment : Lefas, *L'anémie corpusculaire* (*Arch. gén. de méd.*, 21 mars 1905). Le *Piroplasma* décrit par Wilson et Chowning dans la *Spotted fever* doit rentrer aussi très probablement dans cette catégorie de pseudo-hématozoaires.

quand ces granulations sont fines et nombreuses; lorsqu'on trouve une seule granulation dans une hématie (a'', *fig*. IV), le diagnostic différentiel est un peu plus difficile. Ces granulations isolées ont souvent le volume de *Piroplasma* et, dans des préparations colorées par de mauvais procédés, on peut hésiter sur la nature, parasitaire ou non, de ces corpuscules.

Avec des préparations bien colorées (méthode de Romanowsky ou méthode que je préconise : éosine-bleu à l'oxyde d'argent, tanin), l'hésitation ne peut être de longue durée; les granulations basophiles se colorent d'une façon uniforme, alors que, dans les hématozoaires, on distingue un karyosome d'un rouge violet, bien distinct du protoplasme qui est teinté en bleu.

Les *Piroplasma* ont souvent dans le sang pris sur l'animal vivant un aspect piriforme, alors que les granulations basophiles sont toujours sphériques; enfin les *Piroplasma* montrent d'ordinaire des formes en voie de multiplication (par bipartition).

La relation qui existe entre l'état moucheté des hématies et les anémies n'est pas douteuse; elle est établie par l'expérimentation, comme par l'observation. Smith et Kilborne ont constaté qu'on pouvait faire apparaître à volonté les hématies mouchetées dans le sang d'animaux sains, en soumettant ces animaux à des saignées répétées ([1]). Lignières a refait avec succès cette expérience ([2]).

On ne peut discuter que sur la question de l'origine des granulations : pour les uns il s'agit d'une altération de l'hémoglobine, pour les autres les granulations chromatiques proviennent de la destruction des noyaux des hématies. Les granulations basophiles des hématies des anémiques sont *identiques* à celles qu'on trouve dans le sang des Mammifères peu après la naissance ([3]), ce qui paraît écarter l'idée d'une altération de l'hémoglobine et confirmer l'opinion des auteurs qui admettent que l'apparition de ces granulations est liée à l'hématopoïèse normale et à la disparition des noyaux.

4° *Hématoblastes*. — Quand les hématoblastes sont réunis en plaquettes, ils sont faciles à reconnaître dans les préparations colorées ou non. Les hématoblastes isolés ont été confondus plus d'une fois avec des hémato-

---

(1) SMITH et KILBORNE, *Recherches sur la fièvre du Texas*, p. 67 et Planche IX, Washington, 1893.

(2) LIGNIÈRES, *La Tristeza*, p. 39, Buenos-Aires, 1900.

(3) Notamment souris et rats âgés de 1 à 2 jours.

zoaires; la confusion est possible surtout lorsque les éléments se trouvent accolés à des hématies; mais, dans ce cas, on trouve toujours des hématoblastes libres en grand nombre par rapport aux éléments accolés à des hématies et simulant des hématozoaires endoglobulaires.

Avec des préparations de sang bien fixées et bien colorées, cette confusion n'est pas possible. Après coloration par le procédé de Romanowsky ou par le procédé que je préconise, on distingue, dans les hématoblastes, des granulations chromatiques plus ou moins agglomérées en noyaux, on ne voit pas les karyosomes nets, bien délimités, bien distincts du protoplasme, grâce à leurs propriétés chromatiques différentes, qui caractérisent les hématozoaires endoglobulaires.

Les causes d'erreur dans le diagnostic des hématozoaires endoglobulaires signalées dans cette Note sont, en somme, faciles à éviter, mais aux conditions suivantes : il faut que les observateurs se familiarisent avec l'étude histologique du sang normal, avant d'aborder l'étude des hématozoaires, et qu'ils adoptent, pour la recherche de ces parasites, la technique spéciale, très simple d'ailleurs, qui permet d'obtenir des préparations du sang bien fixées et bien colorées.

MAGNÉTISME. — *De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant.* Note de M. **P. Duhem.**

Nous avons déjà soumis à l'Académie une Note [1] sur le sujet auquel celle-ci va être consacrée; dans cette Note nous nous exprimions de la manière suivante :

« Un champ magnétique subissant une oscillation double et *symétrique* entre deux valeurs *finies* $-\eta$ et $+\eta$, on demande quelle est la forme limite de l'effet qu'il produit lorsque la durée d'oscillation tend vers o. On trouve que ce cycle magnétique, décrit très rapidement entre deux valeurs *finies*, équivaut à un cycle magnétique décrit *lentement* entre deux valeurs *infiniment petites*, c'est-à-dire qu'il n'aimante pas le fer.... »

» Au lieu de faire osciller le champ magnétique entre deux valeurs égales

[1] *Sur la suppression de l'hystérésis magnétique par un champ magnétique oscillant* (*Comptes rendus*, séance du 14 décembre 1903, t. CXXXVIII, p. 1022).

et de signes contraires $-\eta$ et $+\eta$, on peut le faire osciller entre deux valeurs quelconques, $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$; les raisonnements que nous avons développés n'ont besoin, pour être appliqués à ce cas général, que de modifications insignifiantes. Si l'on fait tendre vers o la durée de l'oscillation, on constate que l'oscillation produite *très rapidement* entre les valeurs $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$, qui diffèrent de $\mathcal{H}_0$ de *quantités finies*, équivaut à une oscillation produite *très lentement* entre deux valeurs différant infiniment peu de $\mathcal{H}_0$. »

En réalité, la généralisation indiquée en ce passage présente une complication, demeurée inaperçue à une première analyse, et sur laquelle je voudrais appeler l'attention de l'Académie.

Soient

H le champ magnétique à l'instant t;

m l'intensité d'aimantation au même instant.

Posons

$$H' = \frac{dH}{dt}, \qquad m' = \frac{dm}{dt},$$

et soit $\varphi(m, m')$ le coefficient de viscosité magnétique.

Tandis que H représente, selon nos dénominations habituelles ([1]), l'*action connue*, $h = H - \varphi(m, m')m'$ représente l'*action complète*. Le point d'abscisse H et d'ordonnée m décrit le *tracé connu*, tandis que le point d'abscisse h et d'ordonnée m décrit le *tracé complet*.

Supposons que la valeur du champ H ait subi un nombre très considérable d'oscillations entre les valeurs $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$; le tracé connu et le tracé complet sont alors tous deux des cycles fermés. Le tracé connu est un cycle compris entre les abscisses $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$; si les oscillations sont extrêmement rapides, ce cycle est extrêmement aplati, en sorte que m subit seulement de très petites variations au voisinage d'une certaine valeur $\mathfrak{M}$; quant au cycle complet, il se réduit à un segment infiniment petit, alternativement décrit dans les deux sens; ce segment passe par un certain point de la *ligne des états naturels*, dont l'ordonnée est $\mathfrak{M}$ et dont l'abscisse a une certaine valeur $\mathcal{H}$.

Admettant que τ représente la durée d'oscillation de H et que $H - \mathcal{H}_0$, par un choix convenable de l'origine du temps, devienne une fonction paire de t (oscillation *symétrique*), nous avions supposé que $\mathcal{H}$ était égal à $\mathcal{H}_0$; c'est cette supposition qui peut être inexacte.

([1]) *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis. Septième Mémoire : Hystérésis et viscosité* (*Mémoires* in-4° *de l'Académie de Belgique*, t. LXII, 1902).

L'équation qui détermine, en général, le tracé complet est

$$dh - d\mathfrak{F}(m) = f(m, h)\,|dh|, \tag{1}$$

$\mathfrak{F}$ étant le potentiel interne et f le coefficient d'hystérésis. Comme ici le point (h, m) est, sans cesse, infiniment voisin de la ligne des états naturels, $f(m, h)$ est, sans cesse, infiniment petit; en sorte que l'équation (1), en y remplaçant h par sa valeur, donne

$$H' - \left(\frac{d\mathfrak{F}}{dm} + m'\frac{\partial \varphi}{\partial m}\right)m' - \left(\varphi + m'\frac{\partial \varphi}{\partial m'}\right)m'' = 0. \tag{2}$$

Si le coefficient de viscosité φ est une fonction paire de m', hypothèse qui comprend comme cas particulier celle où φ serait indépendant de m', on satisfera évidemment à l'égalité (2) en supposant que m est une fonction paire de t.

Dans ces conditions, m' sera une fonction impaire de t, et il en sera de même de

$$H - h = \varphi(m, m')m',$$

en sorte que, *dans le tracé connu, les cordes parallèles à l'axe des abscisses admettront pour ligne diamétrale le tracé complet*. Il en résultera que $\mathcal{H}$ *différera infiniment peu de* $\mathcal{H}_0$.

Mais ces résultats supposent que $\varphi(m, m')$ est fonction paire de m'; or cette supposition n'a rien de forcé; la symétrie exige seulement que la fonction φ garde sa valeur lorsque l'on change *à la fois* le signe de m et le signe de m'; la fonction $\varphi(m, m')$ est donc sûrement fonction paire de m' pour la valeur particulière $m = 0$ de l'intensité d'aimantation; hors ce cas, il n'y a aucune raison pour que $\varphi(m, m')$ soit fonction paire de m'.

Dès lors, le résultat auquel nous étions parvenu dans le cas où le champ subit des oscillations *symétriques* très rapides entre deux valeurs égales et de signes contraires, ne s'étend pas au cas général où ces oscillations se produisent entre deux valeurs quelconques.

Dans ce cas général, on doit énoncer la proposition suivante :

Si le champ magnétique subit des oscillations extrêmement rapides et symétriques entre les valeurs $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$, l'aimantation finit par prendre une valeur sensiblement constante $\mathfrak{M}$; cette valeur est l'aimantation naturelle *qui correspondrait à une certaine valeur $\mathcal{H}$ du champ; nulle en même temps que $\mathcal{H}_0$,*

la différence ($\mathcal{H} - \mathcal{H}_0$) *a une valeur qui dépend de* $\mathcal{H}_0$ *et de la loi*

$$H - \mathcal{H}_0 = F(t)$$

qui régit l'oscillation du champ.

Laissant cette loi invariable, si l'on fait varier $\mathcal{H}_0$, *le point d'abscisse* $\mathcal{H}_0$ *et d'ordonnée* $\mathcal{M}$ *décrit une ligne qui passe par l'origine des coordonnées et qui a cette origine pour centre; cette ligne caractérise la loi* $H - \mathcal{H}_0 = F(t)$ *qui régit les oscillations du champ;* elle ne coïncide pas, *en général,* avec la ligne des états naturels.

Cette ligne a, d'ailleurs, mêmes asymptotes que la ligne des états naturels; ces asymptotes $\mathcal{M} = \pm \mu$ *correspondent à la saturation du fer.*

Dans une prochaine Communication, si l'Académie le permet, nous comparerons ces propositions aux faits d'expérience.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive.* Note du R. P. Colin.

I. Aux mois de septembre et octobre 1904 j'ai continué la triangulation du secteur rectangulaire compris entre le sud et l'ouest de Tananarive, sur un rayon minimum de 30^{km}. Cette région a été couverte de 67 stations. Les angles azimutaux observés sont au nombre de 1716, les distances zénithales, au nombre de 503.

II. En même temps j'ai exécuté le levé magnétique de la région, en observant les éléments sur 26 points.

Des 118 stations dont j'ai relevé les éléments magnétiques à Madagascar aucune n'offre une aussi forte anomalie que celle de Rantoandro. Tout le sol de la montagne est jonché, sur un rayon d'environ 800^m, de grosses pierres volcaniques, véritables aimants qui troublent la direction et l'intensité des boussoles.

On remarque aussi un centre de perturbation, moindre que le précédent, sur l'ancien volcan de Vontovorona. Contrairement à ce que nous avions observé en 1901 dans la région des volcans de l'Itasy, ce centre influence, sur une assez grande distance, les stations voisines de Ambohimanandray, Merikanjaka, Fenoarivo, Soavina, Ankadivoribé, Androhibé et Antsahadinta.

Le Tableau et la Carte ci-après indiquent les positions des stations magnétiques ainsi que les résultats obtenus:

Lieu.	Date 1904.	Heure.	Altitude.	Déclinaison NO.	Inclinaison.	Intensité. Unités C.G.S.	Station.	Nature du terrain.
Ampany	19 et 20 sept.	De 4h.0m à 5h.30m 12.0 à 12.30	1369m	10°.49′.40″	54°.28′.52″	0,24853	60m NE clocher église.	Argile rouge.
Miantsoarivo	21 »	1.10 à 3.20	1437	10.0.15	54.30.58	0,25111	60m NO miss. cathol.	Argile rouge.
Ambohijoky	22 et 23 »	1.0 à 1.25 1.30 à 1.45	1296	10.2.45	53.33.30	0,25206	60m NE église cathol.	Arg. jaune; à 800m, SO, gros. roches granitiques.
Androhibé	25 »	11.30 à 4.43	1275	9.23.35	53.56.37	0,25574	60m SE » »	Arg. rouge; au S, roch. gran.
Ahi miandra	27 »	3.0 à 4.41	1416	10.26.0	54.27.27	0,24778	40m SE clocher église.	Arg. couleur ocre; aux envir. pierres volcaniques.
Tsirangaina	27 et 28 »	11.30 à 12.5 9.3 à 9.48	1345	10.22.31	54.9.58	0,25033	Près porte N, mis. cath.	Argile rouge.
Antsahadinta	29 »	1.45 à 4.21	1443	9.50.11	54.18.11	0,24845	30m SO égl. pr. le fossé.	Terre blche; arg. jaune, humus.
Ankadivoribé	30 »	12.30 à 3.37	1355	10.55.15	54.17.11	0,25110	40m O église cathol.	Arg. rouge mêlée de sable et de fer oxydulé.
Ambohidava	4 et 6 oct.	4.47 à 5.25 8.20 à 8.57	1336	11.39.45	54.26.50	0,24985	30m NO clocher église.	Argile rouge; au N et NO, roches granitiques.
Fehibé	5 »	9.19 à 10.11 4.4 à 4.38	1457	10.28.12	55.42.10	0,24948	Place du village.	Pierres volcaniques.
Soavina	7 »	2.14 à 4.27	1304	10.0.33	54.57.18	0,24968	20m SE clocher église.	Argile rouge.
Merikanjaka	9 et 10 »	4.41 à 5.21 3.45 à 4.15	1323	9.56.6	54.17.38	0,24949	30m SO église cathol.	Arg. rouge; à 500m S et NO. grand massif montagneux.
Vontovorona	10 »	7.40 à 8.32	1457	6.0.34	....	0,22680	Au sommet, signal.	Montagne forme conique; arg. rougeâtre.
Fiantsona	11 »	1.50 à 4.13	1359	9.48.48	54.26.57	0,25131	10m E église cathol.	Argile couleur ocre.
Rantoandro	12 »	12.35 à 2.47	1564	72.8.25	78.35.42	0,17862	Au somt pr. d'une mur.	Pierres volcaniques.
Ahi manandray	13 »	10.25 à 11.0 3.35 à 4.36	1367	9.38.24	54.10.2	0,24926	10m NE clocher église.	Argile jaunâtre; aux envir., quartz.
Fenoarivo	16 »	2.45 à 5.50	1283	11.4.49	55.3.7	0,24015	50m S » »	Argile couleur rose.
Ambohibato	17 et 20 »	10.30 à 10.55 9.45 à 10.25	1337	10.8.39	54.10.11	0,25288	30m SO église cathol.	Argile rouge.
Ahi mangakely	17 et 18 »	4.9 à 4.50 8.45 à 9.15	1338	10.13.4	54.51.7	0,24959	30m O » »	Arg. rouge mêlée de fer oxydulé; quartz.
Ahi trantenaina	18 et 19 »	1.10 à 5.5 10.18 à 10.48	1366	10.4.58	54.7.30	0,25196	20m O » »	Argile rouge.
Manjaka	19 »	2.50 à 4.45	1323	9.49.42	54.5.42	0,24929	40m NO » »	Argile rouge.
Mangabé	23 et 24 »	3.56 à 4.30 12.0 à 12.29	1288	8.54.34	53.45.48	0,25301	30m NO » »	Argile jaunâtre.
Fenomanana	24 »	3.40 à 5.0	1306	9.42.13	54.46.2	0,24274	30m NE » »	Argile rougeâtre.
Masindray	25 »	12.45 à 5.5	1341	10.17.51	54.46.2	0,25057	10m SE égl. pr. le fossé.	Argile rougeâtre; à 100m S, grand massif granitique.
Amby	26 »	2.0 à 2.52	1499	10.17.13	....	0,24520	Sommet, signal géodés.	Argile jaunâtre.
Ahi draisola	27 »	8.30 à 9.17 3.15 à 4.20	1376	10.24.48	54.32.27	0,24853	20m SO église cathol.	Argile coulr rose; aux envir., quartz et granit.

Pendant l'année 1901, j'avais déterminé les éléments magnétiques en trois stations comprises dans le Tableau précédent, et dont deux sont situées sur le versant nord du massif volcanique de l'Ankaratra. Il est intéressant de comparer les valeurs obtenues, après 3 années d'intervalle.

A Miantsoarivo, la déclinaison augmenterait de 12′9″ vers l'ouest, l'inclinaison de 13′56″, l'intensité diminuerait de 0,00323.

A Fehibé, la déclinaison a diminué de 33′23″ vers le nord; l'inclinaison ne varie pas; la composante horizontale aurait augmenté de 0,00319.

A Tsirangaina, point éloigné de 12^{km} nord du massif, la déclinaison a diminué de 15′9″ vers le nord, l'inclinaison de 6′37″, l'intensité de 0,00325, comme à Miantsoarivo.

D'après ces quelques résultats, il semblerait que la variation annuelle

des trois éléments magnétiques est anormale sur le versant nord du massif de l'Ankaratra, à Miantsoarivo et à Fehibé; à mesure qu'on s'en éloigne vers le nord, à Tsirangaina, elle devient régulière.

M. E. von Leyden, Correspondant de l'Académie, présente, par l'intermédiaire de M. Bouchard, une brochure intitulée : *Ueber die parasitäre Theorie in der Aetiologie der Krebse.*

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie.* Mémoire de M. Georges Marié, présenté par M. Léauté. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoyé à la Commission du prix Montyon, Mécanique.)

Il est important de connaître les oscillations qu'éprouve un véhicule de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie, quand la voie n'a pas de raccordements paraboliques entre les parties rectilignes et circulaires du tracé. J'ai étudié cette question il y a quelques années ([1]) et, dans les recherches qui font l'objet du présent Mémoire, je suis arrivé aux résultats suivants :

Je montre que les oscillations de la caisse sur les ressorts, en travers, se font autour d'un point sensiblement fixe que j'appelle *centre d'oscillation* et que je désigne par c_1; pour les voitures, c_1 est situé à l'intersection de la verticale du centre de gravité de la caisse et du plan horizontal passant par les points les plus hauts du contact des boîtes à huile avec les plaques de garde.

Appelons P_1 le poids de la caisse, Φ_1 sa force centrifuge dans la courbe, h_1 la hauteur de son centre de gravité au-dessus de c_1, b_1 l'écartement des ressorts d'un même essieu, α l'angle du dévers de la voie. Soient Q_1 et R_1 les compressions de l'ensemble des ressorts de gauche et de droite, et S_1 la réaction horizontale de la caisse après amortissement des oscillations d'entrée en courbe. En projetant les forces sur deux axes horizontaux et

([1]) Pli cacheté déposé à l'Académie le 28 mai 1901.

verticaux, et en prenant les moments par rapport à c_1 on trouve

$$(1)\qquad Q_1 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha + \frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) + \frac{h_1}{b_1}(\Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha),$$

$$(2)\qquad R_1 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha + \frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) - \frac{h_1}{b_1}(\Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha),$$

$$(3)\qquad S_1 = \Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha,$$

Appelons maintenant Q_2, R_2 et S_2 les mêmes réactions, considérées cette fois à la fin de la première oscillation d'entrée en courbe. Je montre que l'action de la force centrifuge sur les ressorts produit, à la fin de la première oscillation, un effet double de l'effet produit après amortissement des oscillations; on a donc

$$(4)\qquad Q_2 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha + 2\,\frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) + \frac{h_1}{b_1}(2\Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha),$$

$$(5)\qquad R_2 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha + 2\,\frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) - \frac{h_1}{b_1}(2\Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha),$$

$$(6)\qquad S_2 = 2\Phi_1 \cos\alpha - P_1 \sin\alpha.$$

Dans ces formules, les coefficients 2 qui sont devant Φ_1 doivent être remplacés par un coefficient $K < 2$ si le véhicule offre des frottements résistant à l'oscillation en travers, comme ceux des lames de ressorts, ceux des boîtes à huile sur les plaques de garde, etc. Il est facile de déduire de ces trois formules les trois réactions sur la voie Q_0, R_0 et S_0 en tenant compte du poids et de la force centrifuge simple de la partie non suspendue du véhicule, de la hauteur du centre d'oscillation c_1, du diamètre des roues, et de l'écartement de la voie.

En appliquant les mêmes principes à la sortie de courbe, je trouve les trois réactions suivantes à la fin de la première oscillation :

$$(7)\qquad Q_3 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha - \frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) - \frac{h_1}{b_1}(\Phi_1 \cos\alpha + P_1 \sin\alpha),$$

$$(8)\qquad R_3 = \left(\frac{P_1}{2}\cos\alpha - \frac{\Phi_1}{2}\sin\alpha\right) + \frac{h_1}{b_1}(\Phi_1 \cos\alpha + P_1 \sin\alpha),$$

$$(9)\qquad S_3 = -(\Phi_1 \cos\alpha + P_1 \sin\alpha).$$

Dans ces formules, il faut introduire devant Φ_1 un coefficient $L < 1$ s'il y a des frottements résistant à l'oscillation en travers.

Les formules ci-dessus ont été établies en supposant le centre de gravité de la caisse assez bas pour qu'on puisse négliger les variations du moment du poids de cette caisse dues à la flexion des ressorts. En pratique, cela est souvent permis; mais j'indique une méthode qui permet de

traiter le cas général, en tenant compte des frottements et de la hauteur du centre de gravité qui augmente l'amplitude des oscillations et leur durée.

Ces oscillations donnent en résumé des effets puissants qui sont inquiétants à première vue, mais on voit que les frottements en atténuent l'importance, surtout pour les locomotives. Il est intéressant d'étudier la superposition possible de ces oscillations avec celles qui sont dues à d'autres causes.

J'arrive aux conclusions suivantes dans le cas où l'on ne peut pas introduire dans le tracé des courbes de raccordement longues : 1° il faut y mettre tout au moins des courbes de raccordement courtes comme on le fait souvent; 2° si l'on donne à la voie le même dévers à l'entrée en courbe et à la sortie, l'emploi du demi-dévers est plus avantageux que celui du dévers théorique complet; 3° il y a lieu de construire le matériel de façon qu'il présente des frottements suffisants pour résister, dans une certaine mesure, aux oscillations en travers; 4° il est bon de donner à la voie un dévers supérieur à la moitié du dévers théorique à l'entrée en courbe et inférieur à cette moitié, à la sortie, puis de relier le tout par trois raccordements lents du dévers; 5° il est utile d'augmenter la résistance des voies en travers, surtout aux points où les réactions horizontales du matériel sont maxima; 6° il y a grand avantage à donner à tout le matériel une élasticité horizontale assez grande avec frottements suffisants.

M. **Ph. Bunau-Varilla** présente, par l'intermédiaire de M. d'Arsonval, un Mémoire *Sur la solution du problème de Panama.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour l'année 1905. — MM. Bornet, Gaudry, Giard, Perrier, Van Tieghem, Guignard, Delage.

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (Prix du Budget) pour l'annee 1908. — MM. Poincaré, Darboux, Maurice Levy, Émile Picard, Jordan, Appell, Humbert.

Commission chargée de présenter deux questions de Grand Prix des Sciences physiques (Prix du Budget), l'une pour l'année 1907 *et l'autre pour l'année* 1909. — MM. Gaudry, Schlœsing, Van Tieghem, Troost, Moissan, Perrier, Mascart.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1908. — MM. Moissan, Gaudry, Perrier, Van Tieghem, Berthelot, Schlœsing, Troost.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1909. — MM. Berthelot, Darboux, Poincaré, Gaudry, Troost, Mascart, Moissan.

Commission chargée de présenter une question de prix Alhumbert pour l'année 1910. — MM. Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Gaudry, Poincaré, Troost.

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de la ville de Lamarche** prie M. le Président de l'Académie de lui faire l'honneur d'accepter de faire partie du Comité de patronage pour l'érection d'un monument au colonel Renard.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant : *Icones Fungorum ad usum Sylloges Saccardianæ adcommodatæ, auctore* A.-N. Berlese, Vol. III, fasciculus V (postumus).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1905 *a*) *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Lœwy.

Observations de la comète Giacobini (1905 *a*).

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔⱣ.	Nombre de comparaisons.
Avril 26.....	*a*	12ʰ.38ᵐ.59ˢ,96	−1ᵐ.48ˢ,70	−4′. 1″,1	24 : 6
27.....	*b*	11.32.32,08	−1.35,97	−2.46,4	44 : 11

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a...	A.G. Bonn, n° 6493	8.10.58,63	+0,19	47. 7.27,1	+9,4
b...	A.G. Bonn, n° 6545	8.16.20,19	+0,19	46.30.21,3	+0,1

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 26....	19.22. 1,55	8. 9.10,12	$+\bar{1},727$	47. 3.26,4	−0,466
27....	9.11.48,64	8.14.44,41	$+\bar{1},646$	46.27.35,0	−0,230

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de Voss de la Géométrie non-euclidienne.* Note de M. **Alphonse Demoulin.**

Proposons-nous de déterminer, en Géométrie non-euclidienne, tous les couples de surfaces (S) et (S_1) applicables l'une sur l'autre, de manière qu'aux lignes asymptotiques de l'une corresponde un réseau conjugué tracé sur l'autre.

Rapportons ces surfaces à leur système conjugué commun (u, v) et soient

$$D\,du^2 + D''\,dv^2, \qquad D_1\,du^2 + D_1''\,dv^2$$

leurs secondes formes fondamentales. On a, en vertu des formules de Codazzi (Bianchi, *Lezioni*, t. II, p. 491 et 492),

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial D}{\partial v} - \begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix} D + \begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix} D'' = 0,\\ &\frac{\partial D''}{\partial u} + \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix} D - \begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix} D'' = 0,\end{aligned}\right.$$

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial D_1}{\partial v} - \begin{Bmatrix}12\\1\end{Bmatrix} D_1 + \begin{Bmatrix}11\\2\end{Bmatrix} D_1'' = 0,\\ &\frac{\partial D_1''}{\partial u} + \begin{Bmatrix}22\\1\end{Bmatrix} D_1 - \begin{Bmatrix}12\\2\end{Bmatrix} D_1'' = 0,\end{aligned}\right.$$

$$(3)\quad DD'' = D_1 D_1'',$$

et, à cause de la propriété supposée aux deux surfaces,

$$DD''_1 + D''D_1 = 0. \tag{4}$$

Des égalités (3) et (4) on déduit

$$D_1 = \pm iD, \qquad D''_1 = \mp iD''.$$

Portons ces valeurs de D_1, D''_1 dans les équations (2) et comparons les relations obtenues aux relations (1); il viendra

$$\left\{ {11 \atop 2} \right\} = 0, \qquad \left\{ {22 \atop 1} \right\} = 0.$$

Ces égalités expriment que le réseau conjugué commun est exclusivement composé de géodésiques. La solution du problème est dès lors la suivante : appelons, en Géométrie non-euclidienne, comme en Géométrie euclidienne, *surface de Voss* toute surface possédant un réseau conjugné exclusivement composé de géodésiques. Cela posé, une des surfaces cherchées, (S), par exemple, pourra être prise arbitrairement parmi les surfaces de Voss; la surface (S_1) sera alors une quelconque des deux surfaces (symétriques l'une de l'autre) définies par les relations (5). Ces deux formes possibles de la surface (S_1) appartiennent à une série simplement infinie de surfaces de Voss applicables sur la surface (S) et dont la seconde forme fondamentale est $hD\,du^2 + \frac{D''}{h}\,dv^2$, où h est un paramètre variable [1].

Il est clair que la méthode actuelle s'applique aussi bien à la Géométrie euclidienne qu'à la Géométrie non-euclidienne. Les résultats ci-dessus sont vrais dans les deux Géométries; nous les avons déjà énoncés, en ce qui concerne la première, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 9 décembre 1901).

Proposons-nous de déterminer les surfaces de Voss de la Géométrie non-euclidienne. Nous nous placerons, pour fixer les idées, en Géométrie elliptique, et nous ferons usage des méthodes de la Géométrie intrinsèque (voir *Comptes rendus*, séance du 8 août 1904). La surface étant supposée n'être pas minima, rapportons-la au réseau conjugué (u, v) formé de géodésiques et attachons-lui un tétraèdre $O_1O_2O_3O_4$, autopolaire par rapport à la qua-

---

(1) Parmi les surfaces de Voss se trouvent les surfaces minima. Si la surface (S) est minima, il en sera de même de la surface (S_1) et, aux lignes asymptotiques de chacune des surfaces, il correspondra, sur l'autre, le réseau des lignes de courbure.

drique fondamentale et défini par la double condition que la face $O_1O_4O_2$ soit tangente à la surface en O_4 et que l'arête O_4O_1 soit tangente à la courbe $v=$ const. Les douze vitesses $\xi, \ldots, r_1$ auront les valeurs suivantes, où h est un paramètre arbitraire,

$$(5)\quad \begin{cases} \xi = \dfrac{\partial\tau}{\partial u}, & \eta = 0, \quad \zeta = 0, \quad p = h\cos\omega, \quad q = h\sin\omega, \quad r = 0, \\ \xi_1 = \dfrac{\partial\tau}{\partial v}, & \eta_1 = \dfrac{\partial\tau}{\partial v}\operatorname{tang}\omega, \quad \zeta_1 = 0, \quad p_1 = \dfrac{1}{h}, \quad q_1 = 0, \quad r_1 = -\dfrac{\partial\omega}{\partial v}. \end{cases}$$

Les fonctions ω et τ satisfont au système ([1])

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v} = \left(\frac{\partial\tau}{\partial u}\frac{\partial\sigma}{\partial v} - 1\right)\sin\omega,$$

$$\frac{\partial\tau}{\partial v} = \frac{\partial\sigma}{\partial v}\cos\omega,$$

$$\frac{\partial\sigma}{\partial u} = \frac{\partial\tau}{\partial u}\sin\omega,$$

entre les trois équations duquel on peut éliminer l'inconnue auxiliaire σ.

Les variables ω, τ et σ admettent les interprétations géométriques suivantes : ω est l'angle des lignes coordonnées, $\tau=$ const. et $\sigma=$ const. sont les équations des trajectoires orthogonales des lignes $v=$ const. et $u=$ const.

A toute solution (ω, τ, σ) du système ci-dessus les équations (5) feront correspondre, par la variation de h, une simple infinité de surfaces de Voss applicables les unes sur les autres. Ce résultat est d'accord avec celui qui a été indiqué plus haut.

Étant donnée une surface de Voss de la Géométrie euclidienne, on peut en déduire, on le sait, une congruence de Guichard (et même deux telles congruences). En est-il de même en Géométrie non-euclidienne? Les tangentes aux lignes $v=$ const. sont normales à une famille de surfaces parallèles, soit (Σ_1) l'une d'elles. Sur cette surface, u et v sont les paramètres des lignes de courbure; envisageons la congruence lieu des tangentes aux lignes $v=$ const. Soient (Σ_2) la seconde nappe de la surface focale de cette congruence et ρ la longueur du segment focal. Les éléments

---

([1]) La méthode indiquée dans le texte s'applique évidemment à la Géométrie euclidienne. Dans ce cas, le premier terme de la parenthèse disparaît et l'on retrouve l'équation des surfaces à courbure totale constante.

linéaires des surfaces (Σ_1) et (Σ_2) sont donnés par les formules

$$ds_1^2 = \left(\frac{\partial \operatorname{tang}\rho}{\partial u}\right)^2 du^2 + \frac{\operatorname{tang}^2\rho}{h^2} dv^2,$$

$$ds_2^2 = \left[h^2 \sin^2\rho - \left(\frac{\partial\rho}{\partial u}\right)^2 \operatorname{tang}^2\rho\right] du^2 - 2\frac{\partial\rho}{\partial u}\frac{\partial\rho}{\partial v}\operatorname{tang}^2\rho\, du\, dv + \left(\frac{\partial\rho}{\partial v}\right)^2 dv^2.$$

Sur la surface (Σ_2) le réseau conjugué (u, v) n'est pas orthogonal et *la congruence actuelle n'est pas une congruence de Guichard de l'espace elliptique*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation indéterminée $x^a + y^a = bz^a$.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Je suis arrivé à établir l'impossibilité en nombres entiers réels $\neq 0$ des équations indéterminées suivantes, qui sont presque toutes de la forme $x^a + y^a = bz^a$:

I. $$x^{\lambda^i} + y^{\lambda^i} = \nu\lambda^{k\lambda+\delta} z^{\lambda^i},$$

avec λ premier non exceptionnel [1], $k\lambda + \delta \not\equiv 0 \pmod{\lambda^i}$ et $\geqq 1$, $\delta = 0, 1, \ldots,$ ou i, quand ν est réel et égal à 1 ou $\rho_1^{b_1}\rho_2^{b_2}\ldots\rho_p^{b_p}$, $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ étant des nombres premiers distincts, différents de λ et : 1° tels que le produit de leurs plus petits résidus en valeur absolue $(\bmod \lambda)$ soit $< \lambda$, chacun de ces résidus étant > 1 [2]; 2° quand $p \leqq \lambda - 3$ et que $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ sont racines primitives $(\bmod \lambda)$; 3° quand $p \leqq d - 1$, et que $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ appartiennent tous $(\bmod \lambda)$ à des exposants multiples de d, qui est supposé diviseur de $\lambda - 1$.

---

(1) J'appelle, d'après Kummer (*Journ. de Math.*, 1851), nombre premier non exceptionnel tout nombre premier $\lambda \geqq 5$ qui ne divise le numérateur d'aucun des $\frac{\lambda-3}{2}$ premiers nombres de Bernoulli. Tout nombre premier $\geqq 5$ et $\leqq 100$ autre que 37, 59 ou 67 est non exceptionnel.

(2) A ce propos, j'établis, sans me servir des nombres complexes, que, si $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ satisfont à ces conditions (même quand λ est exceptionnel > 3) et appartiennent aux exposants $f_1, f_2, \ldots, f_p \pmod{\lambda}$, on a

$$\sum \frac{1}{f_m} \leqq \frac{\lambda - 3}{\lambda - 1}.$$

Il y a des extensions à d'autres valeurs de ν, et cette propriété reste vraie pour $\lambda = 3$, $\nu = 1$.

II. $x^{2^n} + y^{2^n} = 2^m(2M+1)z^{2^n}$. — Avec $n \geqq 2$, $m = k.2^n + l$, $1 < l < 2^n$, M quelconque $\geqq 0$.

Exemple : $x^{2^n} + y^{2^n} = 2^n(2M+1)z^{2^n}$.

III. $x_1^{2^n} + x_2^{2^n} + \ldots + x_j^{2^n} = 2^m(2M+1)z^{2^n}$. — Avec $n \geqq 2$, $m = k.2^n + l$, $j < 2^l$, $1 < l < 2^n$, M quelconque $\geqq 0$.

Exemples : $x^4 + y^4 = 2^m(2M+1)z^4$; $x_1^4 + x_2^4 + x_3^4 = 2^m(2M+1)z^4$, avec, dans les deux cas, $m = 4k+2$ ou $4k+3$.

Il en résulte, en particulier, qu'il y a des nombres qui ne sont pas sommes de moins de 2^{2^n-1} puissances $(2^n)^{\text{ièmes}}$ positives $\neq 0$.

IV. $x^{4\mu} + y^{4\mu} = 4\mu . z^{4\mu}$ (μ quelconque);

$$x_1^{4\mu} + x_2^{4\mu} + \ldots + x_j^{4\mu} = 4\mu . z^{4\mu},$$
$$[1 < j < 2^n, \ \mu = 2^{n-2}(2\mu_1 + 1), \ n \geqq 2, \ \mu_1 \text{ quelconque}].$$

V. $x^{\lambda 2^\varphi} + y^{\lambda 2^\varphi} = \lambda^m B z^{\lambda 2^\varphi}$. — [$m > 0$ et $\not\equiv 0 \pmod{\lambda 2^\varphi}$], où 2^φ est la plus haute puissance de 2 qui divise $\lambda - 1$ et B un nombre quelconque premier au nombre premier impair quelconque λ.

Exemples : $x^{2\lambda} + y^{2\lambda} = \lambda^m B z^{2\lambda}$, où $m > 0$ et $\not\equiv 0 \pmod{2\lambda}$, λ premier de la forme $4k_1 + 3$; $x^{2^\varphi\lambda\mu} + y^{2^\varphi\lambda\mu} = 2^\varphi\lambda\mu . z^{2^\varphi\lambda\mu}$, μ quelconque; $x^6 + y^6 = 6z^6$; $x^{2\omega} + y^{2\omega} = 2\omega z^{2\omega}$, ω ayant un facteur premier $4k_1 + 3$.

VI. $x^\mu + y^\mu = \mu . z^\mu$ ($\mu > 2$). — 1° Quand $\mu = 2^{g_1}3^{g_2}$, $a_2^{g_1}a_3^{g_2}$ ou $a_1^{g_1}a_2^{g_2}a_3^{g_3}$ (a_1, a_2, a_3 nombres premiers distincts dont le plus grand n'est pas exceptionnel); 2° Quand μ n'a aucun diviseur premier > 17.

VII. $x^\mu + y^\mu = \mu . z^\mu$. — Quand $\mu \leqq 100$, μ n'étant aucun des nombres 2, 37, 59, 67 ou 74.

Je n'ai pu éviter l'emploi de la théorie des nombres complexes ou des nombres idéaux de Kummer que pour les équations II, III, IV et V.

Il est intéressant de remarquer que, d'après ce qui précède, les seuls cas où l'impossibilité de

$$x^a + y^a = a z^a,$$

pour $a > 2$, n'est pas complètement prouvée, sont ceux où a est impair et où $a = 2(2b+1)$, $2b+1$ n'ayant d'autres diviseurs premiers que des nombres $4k+1$; encore, dans ces deux cas, ai-je indiqué des formes très variées de a pour lesquelles cette équation est encore impossible.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des nombres et la théorie des fonctions*. Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Appell.

1. Je me propose de communiquer à l'Académie quelques nouveaux résultats, auxquels j'ai été conduit par l'application de ce théorème fondamental de M. Borel, dont j'ai montré la fécondité dans mes Communications antérieures ([1]) et le théorème d'Hermite-Lindemann, dont j'ai signalé l'analogie avec le précédent dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, 16 janvier 1905) ([2]).

Considérons une fonction $f(z, u)$ de la forme

$$(1) \qquad f(z, u) = u^\nu + A_1(z)u^{\nu-1} + A_2(z)u^{\nu-2} + \ldots + A_\nu(u),$$

où les $A_i(z)$ désignent des fonctions entières quelconques et soit $e^{M(r)}$ le plus grand des *modules maximum* de ces fonctions. Dans mes travaux antérieurs, j'ai démontré que l'on doit considérer comme *exceptionnelles* les valeurs de u, pour lesquelles on ait

$$(2) \qquad f(z, u) = Q(z)e^{H(z)},$$

où $Q(z)$ désigne une fonction entière croissant moins vite que $e^{[M(r)]^{1-\alpha}}$ (α étant un nombre positif). Or, je démontre par la même méthode d'élimination que l'on doit aussi considérer comme *exceptionnelle* une valeur u_0 de u, pour laquelle on ait

$$(3) \qquad f(z, u_0) = Q_1(z)e^{H_1(z)} + Q_2(z)e^{H_2(z)} + \ldots + Q_m(z)e^{H_m(z)},$$

où les exposants $H_1(z)$, $H_2(z)$, ..., $H_m(z)$ croissent tous comme $M(r)$, tandis que les coefficients $Q_i(z)$ croissent moins vite que $e^{[M(r)]^{1-\alpha}}$; *Il est impossible d'avoir* $\nu + 1$ *telles valeurs de* u. Ce théorème généralise d'une façon intéressante les résultats que nous avions jusqu'ici. Nous sommes en présence de nouveaux *cas d'exception*, qui ne se caractérisent pas du tout par une densité de zéros autre que celle qui convient à l'ordre de grandeur $e^{M(r)}$; tout au contraire, on montre aisément, à l'aide du théorème de

([1]) *Comptes rendus*, 20 avril 1903, 8 février 1904, 20 juin 1904, 8 août 1904.

([2]) Cette Note sera développée dans un Mémoire qui paraîtra prochainement.

M. Borel, que le second membre de (3) ne saurait jamais se mettre sous la forme

$$Q(z)e^{H(z)},$$

la fonction $Q(z)$ croissant moins vite que $e^{[M(r)]^{\alpha-1}}$.

Ainsi, dans le cas où les $A_i(z)$ sont d'ordre fini, ces cas d'exception ne cessent pas de satisfaire aux inégalités bien connues entre l'ordre de grandeur du module maximum et la densité des zéros.

Citons comme application les valeurs de u pour lesquelles $f(z, u)$ est de la forme sin $\Psi(z)$ ou bien cos $\Psi(z)$, $\Psi(z)$ étant une fonction entière. De telles valeurs de u sont *exceptionnelles* et leur nombre ne dépasse pas ν, si l'on ne compte pas celles pour lesquelles $\Psi(z)$ est une constante.

2. Nous avons un théorème analogue dans la théorie des nombres.

Si nous posons

$$(4)\qquad q(u) = u^\nu + \gamma_1 u^{\nu-1} + \ldots + \gamma_{\nu-1} u + \gamma_\nu,$$

où les coefficients de $q(u)$ ne sont pas tous algébriques, les équations de la forme

$$(5)\quad q(u) = A_1 e^{\alpha_1} + A_2 e^{\alpha_2} + \ldots + A_m e^{\alpha_m} \qquad (\alpha_1 \neq 0,\ \alpha_2 \neq 0,\ \ldots,\ \alpha_m \neq 0)$$

qui admettent des racines algébriques sont exceptionnelles *et leur nombre est au plus égal à ν.*

Ainsi $q(u)$ ne donne, pour des valeurs algébriques de u, des nombres de la forme sin a et cos a (a étant un nombre algébrique) que par *exception.*

3. On peut établir aussi les théorèmes suivants :

Il est impossible d'avoir $\nu + 1$ équations de la forme

$$(6)\quad q(u) = a_1 + A_1 e^{\alpha_1} \quad q(u) = a_2 + A_2 e^{\alpha_2}, \quad \ldots, \quad q(u) = a_{\nu+1} + A_{\nu+1} e^{\alpha_{\nu+1}}$$

admettant des racines algébriques, si parmi les exposants il y en a un qui diffère de tous les autres.

Il n'y a qu'un nombre fini d'équations de la forme (6) *ayant le même exposant dans le second membre et admettant des racines algébriques, s'il y a au moins deux coefficients transcendants distincts dans le polynome $q(u)$.*

Nous avons aussi un théorème analogue dans la théorie des fonctions. Voici maintenant un autre théorème plus général que le précédent :

S'il y a une infinité d'équations de la forme :

$$q(u) = a + A_1 e^{\alpha_1} + A_2 e^{\alpha_2} + \ldots + A_m e^{\alpha_m},$$

les nombres a, A_i *et* α_i *étant algébriques, admettant des racines algébriques, les seconds membres de ces équations auront exactement les mêmes puissances de e ; il ne peut y avoir exception que pour un nombre fini de ces équations. En d'autres termes, si un exposant figure dans une de ces équations, il figurera aussi dans toutes les autres, sauf, peut-être, un nombre fini.*

Le théorème analogue de la théorie des fonctions s'énonce aisément.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un spectre nouveau observé dans la gadoline.* Note de M. G. URBAIN.

J'ai récemment décrit une méthode de préparation de la gadoline qui permet d'isoler cette terre rare dans un état de pureté comparable à celui d'un oxyde usuel considéré comme pur. Vingt fractions consécutives de mon fractionnement ont accusé le même poids atomique ($157,2 = Gd$).

J'ai entrepris depuis l'étude des caractères spectraux de cet élément et je donnerai dans cette Note le résultat de mes recherches sur l'absorption.

Le gadolinium, dont les sels sont incolores, ne présente pas d'absorption dans la partie visible du spectre. En explorant l'ultraviolet avec un spectrographe dont tous les organes optiques sont en quartz, j'ai pu observer avec la solution neutre du chlorure, dans l'ultra-violet extrême, le spectre suivant que je désigne par (A) :

	l.	
β.	De 311,6 à 310,5....	Triplet dont les composants sont indistincts. Le premier est fort; son intensité est constante de 311 à 310,6. Les deux autres sont moins forts et très diffus.
α.	De 306,0 à 305,7....	Forte.
	De 305,6 à 305,5....	Très forte.
	De 305,4 à 305,0....	Très forte.

Ce spectre peut être observé seulement dans les terres qui présentent le spectre de ligne du gadolinium. Il se maintient identique à lui-même dans toutes les fractions de gadolinium de poids atomique constant. Il s'affaiblit graduellement dans les têtes europifères et dans les queues terbifères.

Les premières observations ont été faites avec la gadoline extraite de la monasite. Elles ont été répétées avec la gadoline extraite du xénotime et de la pechblende.

Il semble donc que ce spectre doive être attribué au gadolinium. Cependant, comme mon gadolinium présente le spectre de phosphorescence cathodique ultra-violet que Sir W. Crookes attribue à un élément annoncé par lui en 1898, le victorium, on pourrait admettre de même que le spectre d'absorption (A) est un caractère du victorium.

Je ferai remarquer, toutefois, qu'il n'est nullement établi que le victorium et le gadolinium soient distincts. De même que le spectre (A), le spectre de phosphorescence (victorium) pourrait être considéré dans l'état actuel de la question comme l'un des caractères spectraux du gadolinium.

Je soumets actuellement ma gadoline à des traitements absolument distincts de ceux qui m'ont permis de l'isoler. Ces nouvelles recherches permettront d'établir si les spectres d'étincelle, d'absorption et de phosphorescence caractérisent ou non le même élément gadolinium.

PHYSIQUE. — *Sur la triboluminescence du sulfate de potassium.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. G. Lemoine.

Le dégagement de lumière qui se manifeste lorsqu'on agite des solutions concentrées de sulfate de potassium, pendant qu'elles cristallisent, a été observé dès la fin du XVIIe siècle, mais toujours fortuitement, dans des circonstances diverses que nul n'avait pu reproduire à volonté.

H. Rose indiqua (¹) un moyen sûr de réussir l'expérience : il fondait, dans un creuset de platine, des poids moléculaires égaux de sulfate de potassium et de sulfate de sodium, solidifiait la masse et, après avoir filtré le liquide chaud, il l'abandonnait à un refroidissement très lent. La solution, arrivée à une température convenable, était agitée et s'illuminait d'une multitude d'éclairs. D'après H. Rose, la fusion avait produit un sel double vitreux soluble dans l'eau bouillante et, pendant le refroidissement, le sulfate de potassium, laissant en solution le sulfate de sodium, cristallisait avec émission de lumière. A l'appui de cette manière de voir, il faisait remarquer que les mêmes matières, redissoutes puis refroidies, ne donnaient aucun effet lumineux et qu'il en était de même du sulfate de potassium employé seul. Longtemps après, M. Bandrowski, dans une étude très soignée de cette expérience, a précisé les proportions des deux sels les plus favorables à son succès (²).

Depuis, on a continué à admettre : 1° que la luminescence du sulfate de potassium se produit à l'instant où ce sel dissous sort de la combinaison vitreuse et cristallise; 2° que la condition nécessaire du phénomène est la formation d'un sel double vitreux avec le sulfate de sodium ou un sel analogue; 3° que le dégagement de lumière est très fugitif et que, pour le reproduire, il faut recommencer, à nouveau, toutes les opérations; 4° que

(¹) Henri Rose, *Poggendorf Annalen*, t. LII, 1841, p. 443 et 585.
(²) Bandrowski, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XVII, 1895, p. 334.

le sulfate de potassinm seul ne donne pas de lumière. Les expériences que je vais brièvement résumer sont en contradiction formelle avec ces assertions.

I. Le mélange de sulfate de potassium et de sulfate anhydre de sodium était fondu dans un creuset de platine, coulé en plaques, puis dissous dans l'eau distillée bouillante; le liquide, filtré rapidement, tombait dans des vases chauds, isolés des contacts extérieurs par plusieurs vases de même forme, entrant les uns dans les autres comme les piles de vases de Bohême. On maintenait ces vases immobiles dans une chambre absolument noire. J'ai assisté à la naissance des cristaux de sulfate de potassium qui se déposaient sur le fond et les parois du vase et à leur accroissement lent. Malgré un séjour préalable, longuement prolongé dans la chambre obscure, qui rend l'œil apte à percevoir les plus faibles lueurs, je n'ai pu réussir à surprendre la moindre émission de lumière. Au contraire, les mêmes vases s'illuminaient brillamment, juste au point touché, lorsque j'amenais au contact d'un cristal une tige rigide de fer, d'argent ou de platine; l'effet était immédiat.

Il n'y a donc d'émission de lumière qu'au moment de la rupture des cristaux déjà formés, rupture que l'on peut provoquer par l'agitation du vase qui détermine le choc des cristaux les uns contre les autres ou contre les parois du vase. Le sulfate de potassium produit dans les conditions de l'expérience est donc triboluminescent.

II. En vue de reconnaître s'il est nécessaire, pour observer la luminescence du sulfate de potassium, de l'engager au préalable dans une combinaison de nature vitreuse avec le sulfate de sodium, j'ai répété les expériences de H. Rose et, comme lui, j'ai constaté qu'on peut la provoquer en substituant aux sulfates de potassium et de sodium les séléniates et les chromates de ces deux métaux, et aussi que, en associant au sulfate de potassium le carbonate ou le chlorure de sodium, on observe les mêmes effets. Dans ces deux derniers cas, on pourrait admettre que, en prolongeant l'action de la chaleur sur les mélanges en fusion à haute température, il se fait, par double décomposition, la dose du sulfate de sodium nécessaire à la production du phénomène. En variant beaucoup les essais de ce genre avec des substances sur lesquelles H. Rose et M. Bandrowski n'avaient pas opéré, je trouvai que, en remplaçant le sulfate de sodium par les corps les plus divers tels que : sulfate ou molybdate de lithium, azotate ou arséniate de sodium, fluorures de potassium et de sodium, bromure ou iodure de sodium, etc., j'obtenais des résultats aussi brillants qu'avec le sulfure de sodium; j'arrivai à penser que ces associations diverses pouvaient n'avoir pour effet que de constituer un milieu dans lequel le sulfate de potassium, plus soluble que dans l'eau pure, mélangé à des corps tous très solubles dans l'eau froide, pouvait s'en séparer abondamment, pendant le refroidissement, et donner de nombreux cristaux. Je fus conduit ainsi à supprimer tout corps étranger et à faire des solutions de sulfate de potassium pur dans l'eau bouillante, ou même tiède; je les laissai se refroidir très lentement ou, si elles étaient froides, s'évaporer en repos.

J'observai que les cristaux obtenus étaient très nettement triboluminescents, jusqu'à ce que, par écrasement, ils fussent réduits en poussière.

III. Avant d'arriver à ce résultat j'avais reconnu que le phénomène, loin d'être fugitif, est d'une permanence parfaite. Les cristaux séparés des associations, faites par fusion ignée, du sulfate de potassium avec les sulfate, carbonate, azotate, borate, arséniate, fluorure, chlorure, bromure et iodure de sodium; fluorure de potassium, sulfate et molybdate de lithium, et aussi ceux qui résultent des mélanges fondus de molybdate de potassium et de sulfate de sodium mis en expérience depuis le 5 mars jusqu'au 10 mai 1904, ont été essayés depuis ces époques, d'abord tous les deux jours, puis à des intervalles plus éloignés et reconnus chaque fois comme étant *triboluminescents*.

Ils ont encore conservé *tous* leur propriété d'émettre de la lumière quand on les brise, comme je viens de m'en assurer aujourd'hui, 4 mai 1905. De plus, les liquides dans lesquels ils s'étaient déposés par refroidissement, abandonnés eux-mêmes en repos à une évaporation lente pendant longtemps, ont donné des cristaux qui, comme les autres, deviennent lumineux par écrasement.

IV. J'ajouterai enfin que je me suis procuré des cristaux de sulfate de potassium d'origines les plus diverses, et les ai trouvés tous luminescents à la rupture et que je n'ai constaté aucune différence sensible entre les propriétés des cristaux obtenus par dissolution du sulfate de potassium fondu au préalable et de ceux qu'on obtient au moyen du sel qui n'a pas subi cette fusion.

THERMODYNAMIQUE. — *Volume spécifique d'un fluide, dans des espaces capillaires.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

Un tube capillaire, de section constante dans toute son étendue, met en communication deux cylindres de très grande section fermés chacun par un piston. Dans l'un de ces cylindres A se trouve une masse liquide sous un volume V, dans l'autre B, une masse de la vapeur de ce liquide sous un volume V'; la surface de séparation de ces deux phases comprend un ménisque dans le tube capillaire; je suppose que le liquide mouille la paroi, p est la pression exercée par le liquide sur l'unité de surface du piston fermant le cylindre A, f celle de la vapeur.

On peut, à température constante, et la masse de chaque phase étant invariable, déplacer le ménisque d'une quantité dx, vers la vapeur par exemple, ou faire varier la température, le ménisque gardant la même

position dans le tube :

$$dQ = \left[\frac{\partial U}{\partial T} + \frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial T}\right] dT + \left[\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial x}\right] dx \qquad \text{ou} \qquad + \mathfrak{L}\, dx,$$

en appliquant les deux principes de la Thermodynamique

$$\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial x} - \frac{\mathfrak{L}}{T} = \frac{\partial}{\partial x}\frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial T},$$

$$\frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial x} = p\frac{\partial V}{\partial x} + f\frac{\partial V'}{\partial x}, \qquad \frac{\partial \mathfrak{F} r}{\partial T} = p\frac{\partial V}{\partial T} + f\frac{\partial V'}{\partial T}$$

d'où

$$\frac{\mathfrak{L}}{T} = \frac{\partial p}{\partial T}\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial T}\frac{\partial V'}{\partial x}.$$

Hypothèse. — Supposons que l'état de chaque fluide soit le même dans toute son étendue, on a

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{\partial V'}{\partial x} = -\frac{\partial V_1}{\partial x},$$

dV_1 accroissement de volume du liquide dans le tube capillaire.

De plus, la chaleur $\mathfrak{L}$ est simplement équivalente aux travaux extérieurs; ou

$$p\frac{\partial V}{\partial x} + f\frac{\partial V'}{\partial x} \qquad \text{ou} \qquad \frac{\partial V_1}{\partial x}(f-p) = T\frac{\partial V_1}{\partial x}\frac{\partial(f-p)}{\partial T},$$

$$f - p = T\frac{\partial(f-p)}{\partial T},$$

$$\frac{f-p}{T} = \text{const.}$$

Ceci est manifestement contraire aux résultats expérimentaux, notamment ceux de Wolf.

D'où *le volume spécifique de chaque fluide n'est pas le même dans toute son étendue*.

On sait que les hypothèses moléculaires émises pour expliquer les phénomènes capillaires conduisent à la même conclusion.

Je peux faire remarquer que, dans le cas simple étudié, en considérant la couche de liquide qui existe sur toute la paroi interne du tube capillaire au contact de la vapeur, s étant sa surface totale, s diminue quand x croît et quand dV_1 est positif. $f - p$ représentant la pression capillaire $\mathfrak{P}$, on a

immédiatement $\mathfrak{P}\, dV_1 = -A\, ds$

$$\mathcal{L} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial s} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial s} = T\frac{\partial V_1}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial s}\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial T} = T\frac{\partial V_1}{\partial s}\frac{\partial \mathfrak{P}}{\partial T}$$

et, avec l'hypothèse $\frac{\partial V_1}{\partial T}$ indépendant de T,

$$\mathcal{L} = -T\frac{\partial A}{\partial T},$$

formule classique reposant sur des hypothèses que la thermodynamique et l'expérience déclarent inadmissibles.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini**, présentée par M. Poincaré.

On calcule habituellement la résistance d'un fil métallique à section circulaire pour des courants alternatifs en appliquant la formule bien connue de lord Kelvin. Nous avons cherché à soumettre celle-ci au contrôle de l'expérience en employant des décharges de condensateurs dont la fréquence a varié entre 142000 et 3800000 à la seconde.

Nous mesurons à chaque instant l'intensité efficace I_F du courant de haute fréquence par la déviation θ de l'électrodynamomètre que nous avons déjà décrit (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1644) et l'échauffement E produit par le même courant dans le fil en expérience. Nous déterminons ensuite la déviation θ_1 de l'électrodynamomètre pour le courant continu I_c qui produit le même échauffement E du fil. Nous avons alors :

$$\theta = a I_F^2, \qquad \theta_1 = a I_c^2, \qquad E = b R_f . I_F^2 = b R_c I_c^2,$$

a et b étant les constantes des instruments, R_f et R_c les résistances du fil respectivement pour les courants de haute fréquence et les courants continus.

On déduit de là

$$\frac{\theta_1}{\theta} = \frac{I_c^2}{I_F^2} = \frac{R_f}{R_c}.$$

La mesure des deux élongations θ_1 et θ_2 de l'électrodynamomètre permet donc de déterminer le rapport des résistances du fil dans les deux condi-

tions de l'expérience, et de comparer ce rapport au rapport calculé par lord Kelvin.

Pour mesurer l'échauffement E, nous avons utilisé deux types de calorimètres qui ont donné les mêmes résultats. L'un est un thermomètre de Leslie composé de deux tubes de 80^{cm} de long dans l'un desquels est le fil parcouru par le courant. On mesure la dilatation de l'air par le déplacement d'un index de toluène horizontal; le courant passe à chaque expérience pendant 1 minute, au bout de laquelle on lit le déplacement de l'index.

Un second calorimètre se compose simplement d'un fil fixé à ses deux extrémités, dont on mesure au microscope la variation de flèche.

Ces deux appareils doivent être placés dans un conducteur creux, mis en communication par un point avec le circuit. Sans cette précaution, le gaz du premier subit des modifications chimiques ou un échauffement direct par l'effluve électrique et le fil du second subit des attractions électrostatiques, ce qui fausse les mesures dans les deux cas.

Les deux appareils donnent, avec le même fil, les mêmes résultats, à très peu près, indiquant par cela même que le déplacement électrique dans l'air qui entoure le fil produit un échauffement négligeable quand il n'y a pas d'effluve.

Les capacités sont formées de bouteilles en verre. Nous avons indiqué dans une Note précédente (ce Volume, p. 780) comment nous pouvions mesurer convenablement les capacités de ces bouteilles pour les fréquences employées. La self-induction est calculée comme dans le cas de l'excitateur de Blondlot, au moyen de la formule de M. Poincaré.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Pour les métaux non magnétiques (cuivre et platine) les écarts avec la loi calculée par lord Kelvin sont peu considérables dans le cas des fréquences modérées. Cependant ils sont supérieurs aux erreurs d'expériences et suivent une loi parfaitement déterminée.

Lord Kelvin a défini la variable en fonction de laquelle il calcule le rapport des résistances par l'expression

$$x = \rho\sqrt{4\pi c\omega\mu},$$

lorsque μ est la perméabilité magnétique du métal, c sa conductibilité électrique en unités électromagnétiques C.G.S. et $\omega = \frac{2\pi}{T}$, T étant la période du courant; dans le cas actuel, $\mu = 1$. Pour les valeurs inférieures à 8 de la variable, l'échauffement est plus grand que ne le veut la formule; pour les valeurs supérieures à 8, il est plus petit.

Voici les nombres obtenus avec un fil de cuivre de $0^{mm},59$:

x.	$\frac{R_f}{R_c}$ mesuré.	$\frac{R_f}{R_c}$ calculé.
2,7	1,40	1,2
3,2	1,55	1,4
4,5	2,15	1,82
5,8	2,65	2,3
7,0	3,1	2,75
11,2	3,3	4,35

Avec le platine nous n'avons pu obtenir des fréquences assez grandes pour arriver aux très hautes valeurs de la variable x, mais nous avons eu pour la valeur $x = 2,3$, qui correspond à la fréquence de $1,42.10^6$ par seconde, le même rapport 1,15 que pour le cuivre entre les nombres mesurés et calculés. Avec un fil de cuivre de $0^{mm},15$ de diamètre, nous avons vérifié le même fait. Le rapport entre les nombres calculés et mesurés est, aux erreurs d'expérience près, une fonction de la variable de lord Kelvin.

Pour le fer, les résultats n'ont plus rien de commun avec la formule. Les nombres mesurés dépendent essentiellement, comme on devait d'ailleurs s'y attendre, de l'intensité du courant dans les limites où nous avons opéré.

Dans le cas du fer, l'échauffement est beaucoup moindre que celui qui correspondrait à sa perméabilité habituelle avant saturation. Celle qu'il faudrait mettre dans la formule qui donne x, pour rendre compte des chiffres mesurés, serait aux environs de 100. D'autres auteurs ont déjà fait des estimations analogues pour les fréquences qui nous occupent.

Le maillechort montre des effets analogues à ceux du fer, mais beaucoup moins marqués. Sa résistance est une fonction de l'intensité, elle est d'autant moindre que l'intensité est plus forte, mais cet effet est très faible. Il est de l'ordre de nos erreurs d'expérience, mais la répétition des mesures nous permet de penser que, quand l'intensité efficace passe de 1^{amp} à $1^{amp},4$ dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés, la résistance d'un fil de maillechort de $0^{mm},59$ diminue de 5 pour 100. D'ailleurs, si l'on prend la moyenne des chiffres obtenus, les déterminations relatives au maillechort se rangent à peu près sur la même courbe que ceux du cuivre et du platine.

Les erreurs maxima de nos expériences sont de $\frac{1}{20}$. Les nombres que nous publions sont des moyennes d'expériences nombreuses, on voit donc que les écarts que nous signalons entre la formule et l'expérience sont notable-

ment plus importants que les erreurs de cette dernière. La raison théorique de ces écarts dans le cas des métaux non magnétiques reste à discuter.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz liquéfiables à partir de leurs densités; poids atomiques des éléments constituants : hydrogène, azote, argon, chlore, soufre, carbone.* Note de **M. Philippe-A. Guye.**

Les constantes a et b de l'équation de M. van der Waals rapportée au volume-unité doivent satisfaire théoriquement à la relation (¹)

$$(1) \qquad \frac{M}{L}(1+a)(1-b) = 22^{l},412,$$

où M est le poids moléculaire (base $O^2 = 32$) et L le poids du litre normal de gaz (0° C., 1 atmosphère, $\lambda = 45°$, $h = 0$). De fait, ces constantes a et b, déterminées au moyen des données critiques T_c et p_c, ne satisfont approximativement à cette relation que dans le cas des gaz permanents à 0° C. (O^2, H^2, N^2, CO). Avec les gaz liquéfiables, les écarts sont assez considérables. Ce désaccord est attribuable aux variations des paramètres a et b entre le point critique et l'état normal (0° C. et 1 atmosphère normale), variations dont l'équation de M. van der Waals fait abstraction.

Pour les gaz permanents un mode de correction a déjà été indiqué (²).

En étudiant de près le cas des gaz liquéfiables, j'ai constaté que les valeurs a_0 et b_0

(¹) Ph.-A. Guye et L. Friderich, *Arch. Sc. phys. nat. Genève*, 4ᵉ série, t. IX, 1900, p. 505. Voir au Tableau I (*loc. cit.*) les valeurs de a et b. Nous avions attribué la valeur 22,410 à la constante des gaz parfaits; d'après un Mémoire récent de M. D. Berthelot (*Z. f. Elektroch.*, 1904, p. 621) le nombre 22,412 paraît plus probable.

(²) Ph.-A. Guye, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1213. Avec la nouvelle valeur de la constante des gaz parfaits, la formule, pour les gaz permanents, devient

$$M = \frac{(22,412 + mT_c)L}{(1+a)(1-b)} \qquad \text{où} \qquad m = 0,0000623.$$

Pour rendre tous les résultats comparables, j'indique ci-après les nouvelles valeurs de M ainsi obtenues, qui ne diffèrent d'ailleurs presque pas de celles précédemment données :

$H^2 = 2,0153$, $CO = 28,003$, $N^2 = 28,013$, $Ar = 39,866$.

vérifiant la relation (1) peuvent être calculées à partir des éléments a et b (déduits de T_c et p_c), au moyen des formules suivantes :

$$(2) \qquad a_0 = a\left(\frac{T_c}{T}\right)^{\frac{3}{2}}, \qquad b_0 = b\left(1 + \frac{T_c - T}{T_c}\right)\left(1 - \beta\frac{p_c}{p}\right), \qquad \beta = 0{,}003229.$$

Les considérations qui conduisent à ce résultat seront développées dans un Mémoire détaillé où les restrictions à apporter à l'emploi des relations (2) seront aussi exposées. La présente Note a donc pour but de montrer qu'en substituant à la formule (1) ci-dessus, la suivante,

$$(3) \qquad \frac{M}{L}(1 + a_0)(1 - b_0) = 22{,}412 \qquad \text{ou bien} \qquad M = \frac{22{,}412\,L}{(1 + a_0)(1 - b_0)},$$

on peut calculer, au moyen des densités normales L des gaz liquéfiables, leurs poids moléculaires exacts M et, par suite, les poids atomiques des éléments qui les constituent. Le Tableau qui suit contient les données numériques à l'appui de cette conclusion; le choix des valeurs expérimentales de T_c, p_c et L utilisées sera discuté dans le Mémoire détaillé, ainsi que d'autres conclusions.

Gaz.	CO^2.	N^2O.	SO^2.	HCl.	C^2H^2.
L..........	1,9768	1,9774	2,9266	1,6407	1,1707
T_c..........	303,98	311,8	428,4	325	308,25
p_c..........	72,93	77,8	78,9	83	61,03
$a_0 \times 10^5$.....	847	878	2644	943	1055
$b_0 \times 10^5$.....	161	156	255	153	207
M..........	44,003	44,000	64,065	36,484	26,018

Des valeurs de M on déduit le système suivant de poids atomiques :

Hydrogène.	Carbone.	Azote.	Chlore.
de H^2 : 1,0077	de CO : 12,001	de N^2 : 14,007	de HCl : 35,476
	de CO^2 : 12,003	de N^2O : 14,006	
	de C^2H^2 : 12,002		

Soufre.	Argon.
de SO^2 : 32,065	de Ar : 39,866

Pour la densité du protoxyde d'azote les résultats des divers expérimentateurs sont compris entre L = 1,9774 et 1,9780; les constantes critiques ne sont pas déterminées d'une façon très concordante. Ces divers éléments conduisent à des valeurs de N comprises entre 13,995 et 14,010, la valeur la plus probable étant 14,006.

Les poids atomiques les plus probables (azote excepté), déterminés gra-

vimétriquement, sont reproduits ci-après en regard des nouvelles valeurs physicochimiques et des nombres de la Table internationale pour 1905 :

Éléments.	H.	C.	S.	Cl.	Ar.
Valeur probable	1,0076 1,0077	12,000 12,004	32,058 32,074	35,467	»
Valeur physicochimique	1,0077	12,002	32,065	35,476	39,866
Table internationale	1,008	12,00	32,06	35,45	39,9

La précision des mesures ne dépassant pas le $\frac{1}{10000}$, la dernière décimale est incertaine; dans ces limites, la concordance ne laisse rien à désirer. Seul le poids atomique de l'azote, tel qu'il résulte des densités des gaz N^2 et N^2O (14,007), diffère de la valeur usuelle (14,04 à 14,05); les expériences effectuées dans mon laboratoire sur la composition du gaz N^2O confirment la valeur $N = 14,01$ à 14,02 au maximum.

L'ensemble des vérifications précédentes est donc de nature à donner confiance dans la méthode proposée; on pourrait lui réserver le nom de *méthode par réduction des éléments critiques* pour la différencier de la *méthode des densités limites*, avec laquelle elle se confond d'ailleurs au point de vue théorique, ainsi qu'il est aisé de le démontrer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du potassammonium sur le bromure de baryum.* Note de **M. A. Joannis**.

Depuis plusieurs années, j'ai commencé l'étude de l'action des ammoniums alcalins sur divers sels. Je rappellerai tout d'abord la Note préliminaire où, avant d'examiner l'action du sodammonium sur les chlorures métalliques, je recherchais l'action de ce corps sur le chlorure de sodium (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 392). Cette étude était indispensable puisque le chlorure de sodium paraissait devoir être un des produits de ces réactions. J'ai trouvé ainsi que le chlorure de sodium, en solution dans l'ammoniac liquéfié, attaquait le sodammonium et produisait un chlorure de disodammonium AzH^2Na^2Cl, facilement dissociable d'ailleurs en chlorure et amidure de sodium. Cette réaction imprévue vient compliquer l'action des ammoniums alcalins sur les sels métalliques.

Sans rechercher, pour le moment, les produits intermédiaires peu stables qui peuvent se produire dans ces réactions, je décrirai dans cette Note l'action du potassammonium sur le bromure de baryum. J'ai choisi à dessein ces deux composés, plutôt que le sodammonium et le chlorure de

baryum, parce que le bromure et l'amidure de potassium qui se forment sont beaucoup plus solubles dans l'ammoniac liquéfié que les chlorures de potassium ou de sodium et que l'amidure de sodium; grâce à cette solubilité, j'ai pu laver les produits obtenus à l'ammoniac liquide. J'ai d'abord étudié l'action de l'ammoniac sur les bromures de baryum et de potassium.

Bromure de baryum ammoniacal. — Le bromure de baryum pur était complètement desséché puis traité par un courant d'ammoniac pur et sec, obtenu comme je l'ai décrit autrefois (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 900). Il se forme un composé ammoniacal pour lequel j'ai trouvé la formule $BaBr^2, 8AzH^3$ $\left(\text{trouvé } 7,983 \text{ et } 8,02 \text{ pour le rapport } \frac{AzH^3}{BaBr^2}\right)$, analogue par conséquent à celle que j'ai donnée autrefois pour le chlorure (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 228). La tension de dissociation de ce corps atteint la pression de 760^{mm} vers 35°,4; j'ai constaté, aux diverses températures où j'ai opéré, que la tension met un temps considérable, plusieurs heures, avant de devenir constante.

Bromure de potassium ammoniacal. — Le bromure de potassium se dissout dans le gaz ammoniac liquéfié et, en refroidissant fortement la solution, on obtient une combinaison $KBr, 4AzH^3$ qui cristallise facilement et fond vers — 45°. A — 50° l'ammoniac liquéfié dissout environ 45 pour 100 de bromure de potassium. A l'état liquide, le bromure de potassium ammoniacal n'a pas de tension fixe de dissociation; à l'état solide, au-dessous de — 45°, sa tension de dissociation est notablement inférieure à la pression atmosphérique; aussi ai-je dû, pour obtenir la composition de ce corps, employer la méthode particulière que voici : pour avoir un milieu à température à peu près constante j'employais un bain d'acétone contenu dans un vase Dewar; un régulateur de température, un serpentin, parcouru par de l'acétone à — 78°, et une petite lampe électrique étaient immergés dans ce bain. Le régulateur de température servait à lancer un courant électrique soit dans le petit moteur qui faisait circuler l'acétone à — 78° dans le serpentin, soit dans la lampe électrique, de façon à refroidir ou à réchauffer un peu le bain.

Dans ce bain, maintenu ainsi à température à très peu près constante, vers — 60°, étaient plongés deux tubes A et B, contenant des cristaux de $KBr, 4AzH^3$ au sein d'une solution saturée de ce composé dans l'ammoniac liquide; chacun de ces tubes communiquait avec un manomètre barométrique; de plus, l'un d'eux, A, était en relation avec une trompe à mercure; en faisant fonctionner celle-ci, on put faire évaporer l'ammoniac servant de dissolvant dans le tube A; pendant cette évaporation, la différence de pression indiquée par les deux manomètres était d'environ 1^{cm}; elle ne pouvait d'ailleurs dépasser sensiblement cette valeur, grâce à une disposition particulière, trop longue à décrire, mais facile à imaginer. Cette différence redevenait d'ailleurs nulle, lorsqu'on arrêtait la trompe; mais, lorsque tout l'ammoniac servant de dissolvant en A fut évaporé, cette différence ne redevint pas nulle par l'arrêt de la trompe et elle put même être portée à 30^{mm} environ : c'est, en effet, la différence qui existe à — 60° entre la tension de dissociation de $KBr, 4AzH^3$ et la tension de vapeur de sa solution saturée; à ce moment je fermai à la lampe le tube contenant le bromure ammoniacal

et une pesée m'indiqua la quantité d'ammoniac fixé (trouvé 3,95 et 4,2 au lieu de 4). Il résulte de là que ce composé ne se formera que dans les expériences faites à très basses températures.

Action du potassammonium sur le bromure de baryum ammoniacal. — Dans un appareil en verre, composé de deux parties A et B, plein d'hydrogène sec, j'ai mis en A un poids connu de $BaBr^2$, et en B un poids connu de potassium, plus de 2^{at} de ce métal pour 1^{mol} de bromure; puis j'ai fait arriver de l'ammoniac pur et sec qui a formé le composé $BaBr^2, 8AzH^3$ et du potassammonium; j'ai ensuite fait couler celui-ci sur le bromure. La réaction est lente; elle dure 2 ou 3 jours; pendant ce temps la pression augmente constamment par suite d'un dégagement lent d'hydrogène; à l'aide d'un robinet dont l'appareil est muni, on laisse sortir du gaz de temps à autre et l'on recueille l'hydrogène ainsi dégagé.

Quand la réaction est terminée, on lave le produit obtenu, à l'aide de l'ammoniac liquéfié que l'on condense en A et que l'on décante en B, à 10 ou 12 reprises; puis on laisse partir tout l'ammoniac; on sépare les deux parties A et B à la lampe. On constate que le produit lavé, qui se trouve en A, est de l'amidure de baryum $(AzH^2)^2Ba$; en B se trouve du bromure de potassium, un peu d'amidure de potassium, provenant de la décomposition spontanée du potassammonium et aussi d'amidure de baryum, entraîné par les lavages. Dans cette partie aussi se trouve l'excès de potassium que l'on a employé et qui n'a pas donné d'amidure.

L'équation suivante :

$$BaBr^2 + 2AzH^3K = 2KBr + Ba(AzH^2)^2 + H^2$$

représente donc les produits obtenus dans la réaction principale, lorsque celle-ci est terminée

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les colloïdes chloro-ferriques.* Note de M. G. MALFITANO, présentée par M. E. Roux.

Des solutions suffisamment étendues de chlorure ferrique, par exemple à 0,5 pour 100, fournissent par hydrolyse des colloïdes assez stables et dont l'étude se présente dans les conditions les plus simples. J'ai cherché à établir la nature et la proportion des radicaux, qui doivent constituer les micelles et quelques-unes des propriétés de celles-ci, par des dosages et des essais exécutés comparativement sur la liqueur colloïdale entière et sur le liquide que l'on obtient en les filtrant au travers des membranes en collodion, qui retiennent en général les micelles.

Une solution de 5^g de chlorure ferrique sublimé dans 1^l d'eau soigneusement distillée, abandonnée à l'étuve à 40°, subit une hydrolyse lente, que l'on peut, comme l'a montré

Foussereau [1], suivre par l'augmentation de la conductibilité électrique. Dans ce cas elle varie dans l'ordre de 9000×10^{-6} à 13000×10^{-6}. La liqueur devient d'une couleur jaune ocreuse et de plus en plus opaque, elle finit par former un sédiment. Tandis que la solution primitive passait intégralement au travers d'une membrane de collodion, au fur et à mesure que l'hydrolyse se poursuit, des quantités variables de Fe et Cl sont retenues et forment un résidu acide qui n'adhère pas à la membrane. Le liquide filtré, toujours optiquement acide, ne doit contenir que du Fe^2Cl^6 et du HCl, car l'addition d'acide n'amène aucun précipité, il a une conductibilité égale et quelquefois supérieure à celle de la liqueur qu'on a mis à filtrer. Il est vraisemblable que l'hydrolyse se poursuit.

A l'analyse, on trouve que les produits retenus par le filtre doivent avoir une composition extrêmement variable et d'une façon continue. Je les représenterai par la formule conventionnelle $Fe^2Cl^6\,n\,F^2O^6H^6$, et dans mes expériences n a varié de 1,5 à 7,2.

La même solution primitive chauffée à l'autoclave entre 100° et 130° devient d'une couleur rouge brun, manifestement colloïdale, mais remarquablement limpide. La conductibilité spécifique de ce liquide, aussitôt refroidi à 18°, passe de 9000×10^{-6} à environ 23000×10^{-6}, elle descend ensuite lentement et atteint au bout d'une semaine l'ordre de 20000×10^{-6}. Si l'on filtre sur du collodion les liqueurs fraîchement préparées, surtout si elles ont été plus chauffées, on n'obtient pas toujours des liquides parfaitement débarrassés de matières colloïdales, car on réussit à y amener une précipitation par addition d'acide. En tout cas les premières portions du liquide qui filtre et même le filtrat tout entier quand on a laissé après chauffage la solution totale, sont des liquides presque parfaitement incolores et complètement débarrassés de colloïdes. La conductibilité du liquide filtré peut quelquefois être inférieure à celle de la liqueur totale, elle est égale quand celle-ci, avant la filtration, a atteint son équilibre.

Le résidu reste sur le collodion sous forme d'un liquide brun sirupeux et teint fortement la membrane. Par les analyses, je dois lui assigner la formule $HCl\,n\,Fe^2O^6H^6$, où n varie de 1,1 à 6,7.

J'ai attribué aux deux produits des formules qualitativement différentes après avoir constaté que le résidu de la modification jaune desséchée à froid d'abord et à 100° ensuite, reste soluble et ne perd que relativement peu de son chlore, tandis que le résidu de la modification brune devient en pareil cas presque complètement insoluble et il perd une proportion plus grande de son chlore.

Les rapports entre les radicaux qui constituent les micelles ne sont

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, 1887.

qu'accidentellement des nombres entiers, même si l'on fait la part des causes d'erreurs possibles. C'est que nous avons affaire à des mélanges d'unités chimiquement et physiquement variées. En effet, en centrifugeant une solution colloïdale, on peut la rendre hétérogène. Les couches supérieures plus claires contiennent des micelles où le rapport du Cl au Fe est nettement plus grand que dans les micelles des couches inférieures plus opaques.

Il était à penser qu'en essayant de remettre les micelles en suspension dans l'eau pure, elles subiraient des modifications.

J'ai délayé dans de l'eau de conductibilité spécifique $1,5 \times 10^{-6}$ les résidus de la filtration des deux modifications étudiées et en filtrant et en répétant ce traitement, j'ai obtenu des liquides contenant toujours du chlore et, seulement dans les premiers lavages, des traces à peine sensibles de fer. Les eaux des lavages successifs montraient une conductibilité décroissante. Les valeurs, dans une série de 10 opérations, étaient, par exemple : pour la modification jaune $(850, 130, 66, 44, 28, 26, 19, 17, 12, 10) \times 10^{-6}$ et pour la brune $(975, 176, 106, 77, 59, 44, 37, 30, 23, 21) \times 10^{-6}$. Les préparations que l'on obtient ainsi laissent de plus en plus sur les vases des dépôts adhérents, signe qu'elles sont de moins en moins stables. Au bout du dixième lavage, le colloïde de la modification jaune est précipité, celui de la modification rouge précipite si on le chauffe.

La composition des micelles pendant ces lavages change d'une façon continue, leurs propriétés physiques aussi. Jacques Duclaux a attiré mon attention sur le fait que les micelles dans les solutions ainsi purifiées montrent une charge propre, je veux dire que la conductibilité du liquide filtré est supérieure à celle du liquide total. J'ai vu que cette différence n'apparaît que dans les colloïdes où l'équilibre n'est pas atteint.

J'envisage les phénomènes exposés de la façon suivante : les molécules de $Fe^2O^6H^6$ qui se forment par hydrolyse n'étant pas capables par elles-mêmes de rester dispersées dans la masse du liquide devraient s'en séparer, mais elles sont retenues dans la sphère d'attraction des ions Fe ou H. Il se forme ainsi des groupements en proportions variables, qui ne peuvent être considérés ni comme des molécules, ni comme des polymères, et que l'on pourrait, par exemple, écrire : $Fe^2(nFe^2O^6H^6)Cl^6$, $H(nFe^2O^6H^6)Cl$. Aux variations de n, doivent correspondre des variations physiques des micelles; les différences dans la nature de l'électrolyte doivent amener des différences plus profondes de leurs caractères.

ÉLECTROCHIMIE. — *Réduction électrolytique des acides nitrocinnamiques.* Note de M. C. Marie, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1331) j'ai montré que l'hydrogène se fixait avec une grande facilité par électrolyse en présence de mercure sur la double liaison des acides incomplets comme l'acide cinnamique, l'acide aconitique, etc. pour donner les acides saturés correspondants. Dans cette Note j'étudierai comment se comportent à ce point de vue les acides méta- et paranitrocinnamiques qui offrent à la fois leur groupe nitré et leur double liaison à l'action réductrice ou hydrogénante du courant.

L'électrolyse donne naissance d'abord aux acides azoxy et constitue pour ces corps une méthode de préparation facile. Comme exemple je donnerai la préparation de l'acide *m*- azoxycinnamique.

On dissout 20g d'acide nitré dans 30^{cm^3} de lessive de soude et 300^{cm^3} d'eau; puis on introduit la solution ainsi obtenue dans un bécher contenant un vase poreux et chauffé au bain-marie. Dans le vase poreux on introduit une solution saturée de carbonate de soude et une anode de platine. La cathode est constituée également par une lame de platine ($s = 100^{cm^2}$); l'intensité est de 5 ampères et l'on emploie une quantité de courant un peu supérieure à celle calculée pour la réduction en azoxy. L'hydrogène n'apparaît qu'à la fin de la réduction. On sature ensuite de carbonate de soude le liquide qui contient déjà à l'état précipité la majeure partie du sel de sodium de l'acide azoxy, et l'on fait passer un courant de CO^2. Finalement on essore à la trompe le dépôt jaune obtenu; on lave avec une solution de carbonate de soude et l'on décompose par l'acide chlorhydrique pour mettre l'acide en liberté. Celui-ci est lavé à fond et séché. (Rendement : 80 pour 100).

L'acide paranitrocinnamique se réduit de la même manière. Les acides azoxycinnamiques ainsi préparés sont des corps jaunes insolubles dans l'eau et les solvants usuels. Ils ne se dissolvent un peu que dans l'acide acétique bouillant ou la pyridine à l'ébullition. L'acide méta fond à 335°-337°; l'acide para se décompose sans fondre au-dessus de 360°. Ils se dissolvent à chaud dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration rouge orangé intense. La solution de l'acide méta, portée quelque temps à 150°-160°, brunit; on peut ensuite en retirer, par traitement à l'eau et neutralisation à la soude, une petite quantité d'un corps cristallisé en belles lames jaunes, extrêmement légères, solubles dans l'eau, l'alcool, le benzène et fondant à 162°.

Faute de matière, l'étude de ce corps n'a pas été poussée plus loin et sera reprise plus tard.

L'acide *p*-azoxycinnamique ne donne rien dans les mêmes conditions. Les sels de soude de ces acides sont peu solubles dans l'eau, surtout en présence d'un excès de carbonate de soude; l'acide carbonique en précipite partiellement les acides. Les sels d'argent sont des précipités peu colorés donnant, avec les iodures de méthyle ou d'éthyle, des éthers peu solubles également qui cristallisent de l'alcool amylique chaud en paillettes orangées extrêmement brillantes et légères. Les dérivés méta sont moins colorés et plus solubles que les dérivés para correspondants.

La réduction précédente donne outre les acides azoxy une certaine quantité d'acides aminés. Avec l'acide méta, en saturant par HCl les eaux mères alcalines de l'azoxy, on obtient par concentration le chlorhydrate de l'acide *m*-aminocinnamique (F. 182) La proportion de cet acide croît avec l'excès de courant et peut atteindre 25 pour 100 de la quantité théorique. L'acide *m*-aminohydrocinnamique ne se forme, dans ces conditions, qu'en très petite quantité.

Avec l'acide para on n'obtient pas l'acide aminé, mais directement l'acide *p*-aminohydrocinnamique (F. 131°) que l'on peut extraire à l'état de sel de cuivre de la solution débarrassée de l'azoxy.

Ces faits montrent déjà qu'il y a une différence dans la facilité avec laquelle la chaîne latérale fixe l'hydrogène, suivant qu'elle est en position méta ou para. Cette différence s'affirme encore par le fait suivant : quand on électrolyse une solution d'acide *p*-nitrocinnamique avec une quantité de courant insuffisante pour la réduction en azoxy, on obtient de petites quantités d'un acide nitré fusible à 161° et possédant toutes les propriétés de l'acide *p*-nitrohydrocinnamique.

La fixation de l'hydrogène est si facile que l'électrolyse constitue le meilleur moyen de transformer l'acide *p*-aminocinnamique en acide *p*-aminohydrocinnamique.

Pour cela il suffit de traiter, par un léger excès de courant, la solution alcaline de l'acide aminé en présence d'une cathode de mercure. L'hydrogène est absorbé intégralement et, par le sel de cuivre, on retire facilement de la solution l'acide *p*-aminohydrocinnamique pur. Je rappellerai que Miersch (*Ber.*, t. XCXV, p. 2111) indique que cette réduction exige plusieurs jours quand on l'effectue à l'amalgame.

Acide orthonitrocinnamique. — Cet acide, réduit dans les mêmes conditions que les acides méta et para, ne donne pas d'azoxy. On obtient une solution fortement colorée qui contient un acide aminé et dont l'étude n'a pas été poussée plus loin.

En résumé, les acides méta- et paranitrocinnamique donnent, par élec-

trolyse en solution alcaline, les acides azoxy correspondants. La position du groupe nitro ou amino a une influence très nette sur la facilité d'hydrogénation de la chaîne latérale. Les dérivés para donnent beaucoup plus facilement que les dérivés méta les corps correspondants de la série hydrocinnamique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Son application pour déceler des traces de ce gaz dans l'atmosphère.* Note de M. **Henri Dejust**, présentée par M. A. Ditte.

M. Berthelot a montré qu'une dissolution ammoniacale de nitrate d'argent est réduite par l'oxyde de carbone, même à froid, mais surtout à l'ébullition. Cette réaction est assez sensible pour pouvoir s'effectuer en présence d'une grande quantité d'air (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. V, p. 369).

M. Armand Gautier a reconnu que cette réaction est différente suivant qu'elle s'effectue à froid ou à chaud et suivant que le réactif est, ou non, saturé; mais, lorsque l'oxyde de carbone est dilué dans un grand volume d'air, la réaction devient délicate, sinon impossible (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 873). M. Gautier a reconnu en outre que l'oxyde d'argent humide absorbe lentement l'oxyde de carbone en se changeant en une poudre noirâtre, amorphe, se comportant comme un carbonate d'oxydule d'argent formé d'après la réaction

$$2\,Ag^2O + CO = Ag^4CO^3 \ (^1)$$

En étudiant l'action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent, à la température ordinaire et à sec, nous avons reconnu que cet oxyde est immédiatement ramené à l'état métallique, avec une élévation de température qui porte la masse vers 130° :

$$CO \text{ gaz} + Ag^2O \text{ solide} = Ag^2 + CO^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +61^{Cal},2$$

Il est quelquefois nécessaire d'élever très légèrement (40° ou 50°) la température de l'oxyde en un point pour fournir le travail préliminaire : une fois commencée, la réaction dure à peine quelques secondes en don-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 875.

nant naissance à de l'argent métallique blanc et à de l'acide carbonique absorbable par la potasse.

Cette propriété, qui, à notre connaissance, n'avait pas encore été signalée, semble particulière à l'oxyde d'argent.

En présence de l'eau, on obtient également une réduction, mais la température de la masse ne pouvant s'élever, la réduction de l'oxyde d'argent est très difficile et très lente.

Cependant, en faisant, pendant 1 ou 2 heures, passer à froid un courant d'oxyde de carbone dans de l'eau tenant en suspension un excès d'oxyde d'argent, on obtient, entre autres, formation d'argent métallique, insoluble dans l'acide acétique et dans l'ammoniaque, et formation d'une liqueur colorée en jaune marron. Abandonnée à elle-même, cette liqueur dépose de l'argent métallique, que l'on peut lui enlever directement par filtration, soit à travers un papier à filtre très fin, soit mieux à travers une bougie Chamberland.

En dissolvant l'oxyde d'argent dans l'ammoniaque on obtient une liqueur incolore où la réduction par l'oxyde de carbone se fait au contraire avec une grande facilité; la dissolution brunit, puis noircit dès qu'elle est traversée par les premières bulles d'oxyde de carbone. On obtient également formation d'un dépôt d'argent métallique et d'une dissolution contenant entre autres de l'acide carbonique et de l'argent en suspension que l'on peut lui enlever par les procédés indiqués ci-dessus.

Cette réaction est suffisamment sensible pour qu'il soit possible de baser sur elle une méthode de recherche de l'oxyde de carbone, méthode approximative mais rapide. Cette méthode est particulièrement applicable au dosage de l'oxyde de carbone qui peut être accidentellement mêlé à l'atmosphère.

Au lieu de faire barboter l'air souillé d'oxyde de carbone dans le réactif (solution ammoniacale contenant 10^{g} par litre d'oxyde d'argent), ce qui exige l'emploi d'un système d'aspiration, toujours lourd et encombrant, nous avons eu recours au dispositif suivant :

Un entonnoir, d'une capacité de 20^{cm^3}, se terminant par une douille effilée, est maintenu à quelques centimètres au-dessus d'un cristallisoir de même capacité.

L'effilure est assez fine pour que le réactif contenu dans l'entonnoir mette 1 heure pour s'écouler goutte à goutte dans le cristallisoir; le réactif offre ainsi, à l'atmosphère dans laquelle se trouve l'appareil, trois surfaces de contact : une première dans l'entonnoir, une deuxième dans le cristallisoir et une troisième à la surface de chaque goutte pendant qu'elle se forme et pendant qu'elle tombe.

Pour se servir de l'appareil, on verse 20^{cm^3} environ de réactif dans l'entonnoir et on les laisse s'écouler goutte à goutte dans le cristallisoir. Une fois l'entonnoir vidé, on le remplit à nouveau, et par deux reprises, avec le réactif qui était passé dans le cristallisoir.

Il ne reste plus alors qu'à comparer la coloration qu'a prise le liquide, primitivement

incolore, avec celles d'une échelle colorée qui accompagne l'appareil. Cette échelle comprend trois teintes correspondant respectivement à des dilutions de l'oxyde de carbone égales à $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{10000}$. Cette dernière proportion est la plus faible généralement estimée toxique, et c'est là le seul point intéressant pour un appareil destiné, non pas à des recherches exactes, mais à permettre à toute personne, même peu familière avec les manipulations chimiques, de s'assurer de l'absence de l'oxyde de carbone dans l'atmosphère où elle vit.

C'est pour cette même raison qu'il ne faut pas exagérer l'importance de ce fait qu'il y a d'autres gaz que l'oxyde de carbone qui influencent le réactif : les deux gaz réducteurs que nous avons pratiquement à redouter sont l'acétylène et l'hydrogène sulfuré. Outre que leurs odeurs décèleront bien souvent leur présence, il est facile d'éliminer de l'atmosphère où l'on opère toute action pouvant produire l'un ou l'autre de ces deux gaz.

L'appareil, le réactif et les quelques accessoires ont été réunis en une boîte que son petit volume (12^{cm} sur 16^{cm}) rend très facilement transportable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le strontium ammonium.* Note de M. Rœderer, présentée par M. Haller.

Le calcium et le baryum donnent, comme on le sait, avec le gaz ammoniac des ammoniums de formules $Ca(NH^3)^4$, $Ba(NH^3)^6$; il nous a semblé intéressant de rechercher la composition du composé correspondant du strontium.

Nous avons préparé ce corps en dirigeant NH^3 sec sur du strontium pur refroidi à $-60°$.

Le métal se recouvre immédiatement d'efflorescences rouges mordorées qui se résolvent ensuite sous l'influence d'un excès de NH^3 en un liquide bleu foncé ; c'est une solution de strontium ammonium dans un excès d'ammoniac liquide.

En enlevant du gaz ammoniac par le vide, on obtient d'abord un liquide huileux bleu qui est la solution saturée d'ammonium dans NH^3, il se dépose ensuite des cristaux mordorés d'ammonium solide dont la dissociation donne le métal primitivement employé.

La tension de dissociation de l'ammonium est très faible à basse température, 10^{mm} environ à $-40°$, mais augmente rapidement avec la température ; elle est sensiblement égale à 760^{mm} à la température de $+46°$.

Nous avons analysé ce composé par la méthode de M. Joannis en cherchant à diverses températures la composition du produit limite qui, en perdant une trace de NH^3, donne du strontium.

On trouve ainsi pour composition de l'ammonium :

A $-60°$	$Sr + 6,38\,NH^3$
A -23	$Sr + 6,15\,NH^3$
A 0	$Sr + 6,01\,NH^3$

A basse température, le strontium ammonium renferme donc un léger excès d'ammoniac provenant de la dissolution de ce gaz dans le composé solide dont la formule semble donc être $Sr + 6NH^3$.

Nos recherches montrent donc l'analogie de composition de ce produit avec le baryum ammonium de formule $Ba(NH^3)^6$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Osmose au travers des tubes en silice.* Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. A. Ditte.

Les tubes en quartz fondu ont le grand avantage de pouvoir supporter des températures élevées sous le vide, sans déformations sensibles. Sous le patronage de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, j'ai entrepris une série de recherches sur les gaz occlus dans les aciers; les tubes en porcelaine laissant filtrer l'air au-dessus de 1000°, j'ai cherché à utiliser les tubes en silice. Les premiers essais ont été satisfaisants; mais après un certain nombre de chauffages successifs, l'analyse des gaz extraits révèle la présence de l'acide carbonique; en même temps, le mercure de la trompe se salit beaucoup, comme lorsqu'il est humide; en outre il existe, à froid, une certaine tension due à la présence de la vapeur d'eau.

Cette osmose de l'oxygène commence dès 600°; à cette température, ce gaz oxyde l'hydrogène et l'oxyde de carbone; mais au fur et à mesure que la température s'élève, l'oxydation de ce dernier diminue et à 1100° elle est nulle; on ne recueille pas trace d'acide carbonique.

Le tube démonté laisse voir, dans la partie soumise à la chauffe, une teinte laiteuse, insoluble dans l'eau régale. M. Osmond a eu l'obligeance d'étudier ce tube au micro scope.

Les régions transparentes présentent la surface vitreuse normale, mais les régions devenues laiteuses ont un aspect très particulier. On trouve d'abord de petites granulations qui peuvent devenir, là où l'altération est plus profonde, comme les noyaux de cellules polygonales jointives. Souvent le centre de ces cellules s'opacifie et, quelquefois, il s'en détache six branches. Enfin l'opacité peut envahir toute la cellule (l'examen étant fait par transparence); les taches sombres s'éclairent au contraire par réflexion et paraissent correspondre à de petits cristaux mal formés, avec une tendance aux contours hexagonaux. D'après les travaux de M. Le Chatelier sur les transformations allotropiques du quartz (*Comptes rendus*, 20 mai et 12 août 1889) et en raison des conditions de température et d'humidité auxquelles le quartz a été soumis, on peut, avec quelques probabilités, les considérer comme de la tridymite [1].

---

[1] Ou, tout au moins, une variété cristallisée de densité 2,2.

En somme, on est en présence d'un phénomène de dévitrification plus ou moins avancée. La formation des cellules est à rapprocher de celle qui a été observée sur le verre étiré au rouge sombre par MM. Osmond et Cartaud (*Baumaterialienkunde*, VI, Heft 18).

Ces observations sont en complet accord avec celles que M. Berthelot a récemment communiquées à l'Académie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé osmieux et une réaction de l'osmium.* Note de M. **Piñerúa Alvarez**, présentée par M. A. Ditte.

En voulant déterminer, d'une façon précise, les circonstances les meilleures pour obtenir les produits successifs de réduction du peroxyde ou tétroxyde d'osmium OsO^4 (acide osmique commercial) en solution aqueuse, je suis arrivé à obtenir un nouvel *iodacide osmieux* dont la formule est $I^2Os, 2IH$? et qui, dissous, possède *une belle couleur vert émeraude*.

Ce composé est aussi avide d'oxygène et aussi peu stable que l'iodure ferreux (I^2Fe), mais il acquiert une grande stabilité en engendrant les *iodosmites*, surtout en présence de *solutions salines* concentrées ou saturées, comme par exemple celles de chlorure de potassium, de chlorure de calcium, etc., etc.

Le nouvel iodacide est soluble dans l'eau, beaucoup plus dans l'éther anhydre, et insoluble dans le benzène et dans le chloroforme.

Avec les acides oxydants tels que l'acide nitrique, la dissolution perd instantanément la couleur verte et acquiert une coloration rouge comme quand on l'abandonne à l'action de l'air.

Les nitrites, en agissant sur ses dissolutions acides, donnent un précipité noir de bioxyde d'osmium hydraté.

Ce composé décolore la solution de permanganate de potassium et réduit celle de chromate acidifiée par l'acide sulfurique.

La réaction productrice du nouveau composé est d'exécution très facile, absolument caractéristique et d'une sensibilité si extraordinaire qu'elle peut servir pour l'*évaluation colorimétrique* de l'osmium en quantités de millièmes de milligramme.

Dans mes premières expériences, les corps réagissant ont été l'acide chlorhydrique pur, concentré à 22°B., l'iodure de potassium également pur, et la solution du composé osmique (OsO^4).

J'ai remplacé ensuite avec avantage l'acide chlorhydrique par l'acide phosphorique sirupeux à la densité de 1,7.

Les quantités des corps réagissant ont été 2^{cm^3} d'une solution aqueuse d'iodure de potassium à 1 pour 100; 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur concentré à 22°B., ou d'acide phosphorique sirupeux de densité 1,7; $0^{cm^3},5$ d'une solution aqueuse de peroxyde d'osmium (acide osmique commercial) au centième, au millième ou au dix-millième.

Pour opérer on verse avec une pipette dans un tube d'essai les 2^{cm^3} de la solution d'iodure de potassium, on ajoute l'acide chlorhydrique ou mieux l'acide phosphorique, puis on agite le mélange et l'on verse immédiatement à froid dans la solution acidifiée d'iodure, qui est incolore, une seule goutte ($\frac{1}{20}$ de centimètre cube) de la solution aqueuse de peroxyde d'osmium et, au bout de 1 ou 2 minutes, en agitant le liquide, apparaît *la coloration vert émeraude du composé osmieux*.

La réaction est la suivante :

$$OsO^4 + 10IH = I^2Os, 2IH + 4H^2O + 3I^2.$$

En opérant avec des dissolutions d'acide osmique très étendues, il est bon d'ajouter une petite quantité d'éther anhydre à la solution acide d'iodure, afin que l'iodure vert d'osmium se dissolve dans la couche liquide éthérée surnageante.

Si la solution de peroxyde d'osmium (OsO^4) était celle qu'on emploie généralement dans les laboratoires de micrographie (1 pour 100) il suffirait d'une seule goutte ($\frac{1}{20}$ de centimètre cube) pour produire une coloration verte intense dans toute la masse du liquide.

En ajoutant du benzène pur, ce liquide prendrait une coloration rouge groseille en s'emparant de l'iode mis en liberté dans la réaction; en agitant le mélange pour favoriser l'oxydation par l'air du composé vert osmieux, la couleur rouge du benzène augmenterait à mesure que l'iode se dissoudrait en plus grande quantité.

En employant une solution osmique contenant $0^g,0005$ d'acide osmique OsO^4 par centimètre cube, il suffit d'une seule goutte ($\frac{1}{20}$ de centimètre cube), qui contient $0^g,000025$ de ce composé d'osmium, pour qu'apparaisse immédiatement, dans l'éther, la *teinte vert émeraude*.

Si l'on ajoute de l'éther anhydre à la solution d'acide phosphorique et d'iodure de potassium, puis une ou deux gouttes d'une solution qui contient cinq millièmes de milligramme de peroxyde ($0^g,000005$), on aperçoit encore dans la couche éthérée une teinte verdâtre.

Il en résulte, par conséquent, *que la production de ce compose vert d'osmium peut servir pour déceler l'existence de trente-sept dix-millionièmes d'osmium métallique*.

J'ai opéré également cette réaction en décolorant, au moyen d'une solution récente de gaz sulfureux, quatre ou cinq gouttes d'une solution saturée d'iodure de potassium et d'iode, à laquelle avait été mélangé préalablement le composé osmique et l'éther. Cette opération constitue un excellent procédé pour produire l'iodure vert d'osmium très stable.

Dans de nouvelles expériences j'ai remplacé la solution d'iodure de potassium iodé par une solution d'iode dans l'acide iodhydrique ou par un mélange d'iode, d'acide et de composé d'osmium.

Enfin, j'ai employé la solution iodhydrique diluée, obtenue par la réaction de l'iode et du gaz sulfhydrique, en présence de l'eau, en éliminant l'excès de ce dernier par la chaleur; les résultats ont été identiques ou à peu près. Nous devons remarquer cependant que, lorsqu'on utilise l'acide iodhydrique libre comme réactif, il faut l'employer en

très grand excès et d'un seul coup, pour arriver à obtenir l'iodacide osmieux de couleur verte sans production d'autres corps intermédiaires jaunes, rouges ou noirs.

Les mélanges générateurs d'acide iodhydrique (acide naissant) que nous avons mentionnés, sont beaucoup plus recommandables, et l'on doit employer des solutions d'iodure de potassium assez concentrées; pour rendre inaltérable le composé vert osmieux, il convient d'ajouter un sel, tel que le chlorure de calcium cristallisé, par exemple.

Il est également bon, après avoir obtenu la solution osmieuse verte, d'ajouter quelques fragments de carbonate de calcium pur (spath d'Islande) pour neutraliser l'acide phosphorique en excès.

Faisant un choix parmi les nombreuses expériences réalisées, qui sont la base des règles précédentes, j'indique ci-après deux de celles qui m'ont donné un liquide stable d'une belle couleur verte, qu'on purifie en soumettant ce liquide à l'action du benzène (C^6H^6) afin qu'il dissolve tout l'iode libre produit dans la réaction.

		cm
A.	Solution d'iodure de potassium (IK) à 20 pour 100	2
	Acide phosphorique (PO^4H^3)	1
	Solution osmique (OsO^4) à 1 pour 100	$\frac{1}{20}$
	Solution saturée de chlorure de calcium cristallisé ($Cl^2Ca, 6H^2O$)	2
B.	Solution d'iodure de potassium (IK) à 20 pour 100	2
	Acide phosphorique (PO^4H^3)	2
	Solution osmique (OsO^4) à 1 pour 100	$\frac{1}{10}$
	Solution saturée de chlorure de calcium cristallisé ($Cl^2Ca, 6H^2O$)	3

Au lieu d'ajouter la solution saturée de chlorure de calcium à celle d'iodure osmieux, il est préférable d'ajouter ledit chlorure à l'état solide, jusqu'à saturation, et ensuite les petits cristaux de spath d'Islande. En lavant le produit avec du benzène il devient d'une couleur verte très pure.

Comme conclusion, il résulte des études qui précèdent que non seulement l'acide iodhydrique naissant est un bon réactif qualitatif et quantitatif des composés d'osmium, mais encore que ceux-ci (spécialement le peroxyde) le *sont à leur tour des iodures, même lorsqu'ils se trouvent en présence de chlorures et de bromures.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcalis sur les solutions aqueuses d'acétol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

Les dissolutions aqueuses d'acétol *pur* et parfaitement exempt d'éthers acétoliques sont franchement acides vis-à-vis des différents indicateurs colorés. Si l'on cherche à neutraliser leur acidité par addition d'alcalis, on

voit que la saturation ne s'effectue pas du premier coup, et que les solutions obtenues reviennent lentement de la neutralité à l'acidité. A froid, ce n'est qu'après avoir opéré un grand nombre de neutralisations partielles qu'on arrive à la neutralité définitive; à l'ébullition cette dernière est atteinte beaucoup plus rapidement; sans, pour cela, être immédiate. Si, à une dissolution aqueuse d'acétol, définitivement neutralisée par un alcali, on ajoute un excès de ce dernier, on constate que cet excès est tout entier à l'état de liberté, et qu'à froid, il est immédiatement neutralisable par l'acide ajouté, tandis qu'à chaud, la neutralisation de cet excès ne s'effectue, vers la fin, que par étapes successives.

J'ai constaté que les résultats obtenus dans les titrages d'une même solution aqueuse d'acétol étaient indépendants de la nature de l'alcali, de la dilution et de la température; cette dernière n'a d'influence que sur la durée nécessaire pour atteindre la saturation définitive.

Il n'en est pas de même de la nature de l'indicateur qui influe considérablement sur la valeur des résultats obtenus dans le titrage.

Ainsi, $2^{g},58$ d'acétol titrés avec KOH à $\frac{N}{10}$ exigent :

$6{,}0^{cm^3}$	de cette solution vis-à-vis	l'hélianthine,	soit pour	1^{mol}	d'acétol.	$0{,}01^{mol}$	de KOH
33,4	»	le tournesol,	»	1	» .	0,09	»
33,5	»	la phtaléine,	»	1	» .	0,09	»

Ces résultats nous montrent donc que l'acétol aqueux fonctionne comme un acide dont la *force* est de la grandeur de celle des *pseudo-acides* d'où dérivent les indicateurs colorés employés en analyse. Il y a donc lieu de se demander si l'acétol n'est pas lui-même un *pseudo-acide*.

On sait que ces *pseudo-acides* sont des composés qui, à l'état anhydre, n'ont pas la constitution d'acides, mais qui, au contact de l'eau et surtout en présence d'alcalis, se transforment en acides faibles. Hantszch a montré que le passage de la forme normale de ces composés à la forme acide (nommée depuis *aci*) ne s'effectue pas instantanément. Pendant toute la durée de la transformation de la forme normale en forme *aci*, les constantes physiques de la solution alcaline d'un pseudo-acide et en particulier sa conductibilité électrique varient progressivement jusqu'à une limite correspondant à la réalisation d'un état d'équilibre définitif entre les deux formes, l'eau et l'alcali en présence.

J'ai donc étudié la conductibilité, à différents instants, de solutions alcalines d'acétol en vue de rechercher si elles se comportent comme des solutions de pseudo-acides.

A cet effet, j'ai employé l'appareil de Kohlrausch en me plaçant dans les conditions telles que les déterminations aient le maximum de sensibilité. Pour cela j'ai opéré avec des solutions d'acétol et d'alcali se saturant à peu près, à volumes égaux, vis-à-vis de la phtaléine. De cette façon, on évite que les faibles différences de conductibilité pouvant se produire ne soient masquées par une conductibilité trop grande, en valeur absolue, due à un trop grand excès d'alcali libre. J'ai donc opéré avec des solutions contenant respectivement 1^{mol} d'acétol pour $0^{mol},13$ de NaOH environ (provenant de l'action de Na sur HOH (1)].

L'appareil étant monté à la façon habituelle, il a été fait deux séries d'expériences, dont les résultats sont consignés dans les Tableaux ci-dessous. Dans ces Tableaux, T représente, en minutes, le temps écoulé à partir du moment où les deux solutions d'acétol et d'alcali ont été mélangées à température constante t, a la valeur de l'une des branches du pont, x la résistance en ohms des mélanges; elle a été calculée dans chaque cas à l'aide de la formule

$$x = R \times \frac{a}{1000 - a}.$$

Première expérience.

$R = 100^{ohms}$, $t = 10°,7$.

5^{cm^3} sol. acétol à $\frac{N}{4}$, 5^{cm^3} sol. NaOH à $\frac{N}{30}$ } Dilution de l'acétol dans le mélange $= \frac{N}{8}$.

T.	a.	x.
1	700	233,3
2	703	236,7
3	705	239,0
4	707	241,3
6	708	242,5
7	709	243,6
10	710	244,8
15	712	247,2
20	714	249,7
25	715	250,9
30	716	252,1
35	718	254,6
60	722	259,7
∞	722	259,7

Deuxième expérience.

$R = 100^{ohms}$, $t = 10°,8$.

5^{cm^3} sol. acétol à $\frac{N}{8}$, 5^{cm^3} sol. NaOH à $\frac{N}{61}$ } Dilution de l'acétol dans le mélange $= \frac{N}{16}$.

T.	a.	x.
1	841	528,9
5	844	541,0
10	845	545,0
24	855	590,7
30	858	604,2
65	861	619,4
80	861	619,4
95	861	619,4
∞	861	619,4

L'examen de ce Tableau montre que les valeurs de la résistance des

(1) Trouvé, par le titrage direct avec la phtaléine, que 1^{mol} d'acétol correspond à $0^{mol},064$ environ de NaOH.

solutions aqueuses d'acétol vont en augmentant jusqu'à une certaine limite. *L'acétol se comporte donc comme un pseudo-acide.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la saccharification par le malt des amidons artificiels.* Note de M. **Eug. Roux**, présentée par M. L. Maquenne.

Après avoir établi les analogies que présentent, au point de vue de leur rétrogradation ([1]), les solutions d'amidons artificiels avec les empois de fécule, il importait d'étudier, comparativement avec ces derniers, leur saccharification par le malt dans différentes conditions : c'est le résultat de ce travail que nous allons faire connaître.

Nous rappellerons que, pour obtenir la saccharification des amidons artificiels, ceux-ci doivent être dissous par l'eau à 150° et que la diastase doit être ajoutée aussitôt que possible à la liqueur encore chaude, pour éviter sa rétrogradation, qui est alors très rapide. La même précaution est nécessaire pour certains amidons naturels, celui de pois, par exemple, qui, après avoir été chauffé à 120°, renferme encore 3 à 4 pour 100 d'amylocellulose insoluble et non saccharifiable.

Saccharification à 56°. — Les expériences suivantes ont porté sur les trois sortes d'amidons artificiels décrits dans la Note précédemment citée. Leur solution à 3,3 pour 100 a été réalisée en chauffant 4 minutes à 150°. La saccharification faite à 56°, en présence d'un excès de malt, a été prolongée 4 heures. On a dosé le maltose formé après avoir établi, au moyen de maltose pur, le coefficient exact de réduction que présente ce sucre dans les conditions opératoires adoptées. Nous avons ensuite déterminé le rapport $\frac{M}{A}$ du maltose anhydre formé à la quantité d'amidon solubilisé.

		Maltose formé.	Amidon solubilisé.	$\frac{M}{A}$.
		mg	mg	
Amidon artificiel A		398,9	416,2	0,958
» B		426,9	435,1	0,981
» C		387,6	445,9	0,965
Empois de fécule chauffés	45m à 150°	326,0	399,0	0,818
	4m »	328,0	400,7	0,818
	15m à 120°	642,0	787,4	0,814
	15m à 100°	651,6	787,4	0,828

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 943.

Il ressort de ces résultats que les amidons artificiels sont saccharifiés, à 56°, comme de la fécule, mais, aussi, qu'ils donnent une proportion de maltose plus forte de $\frac{1}{5}$ environ.

Pour obtenir une confirmation de ce fait important nous avons extrait, en nature, le sucre formé dans la saccharification comparée d'un amidon artificiel du type A et de la fécule et constaté, d'autre part, l'absence de glucose dans les produits obtenus.

		Amidon artificiel.	Fécule.
Rapport $\frac{M}{A}$		0,979	0,823
Calculé p. 100	Maltose	93,2	79,6
	Dextrines	6,8	20,4
Produits isolés p. 100.	Maltose	54,3	30,4
	Dextrines	45,7	69,6

Le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +130°$, ainsi que les caractères de la phénylosazone obtenue ont montré que le sucre isolé était bien, dans les deux cas, du maltose hydraté pur. L'amidon artificiel en a fourni près de deux fois autant que la fécule.

Le rendement en maltose, avec la fécule, est celui qu'on obtient habituellement, soit environ le tiers de la quantité réelle : avec l'amidon artificiel on a pu extraire les $\frac{6}{10}$. Les dextrines qui se forment dans la saccharification de l'amidon artificiel sont presque complètement solubles dans l'alcool, ce qui, en rendant plus difficile la séparation du maltose, diminue beaucoup le rendement et fournit des eaux mères encore très riches, avec lesquelles on obtient par la phénylhydrazine une abondante cristallisation de maltosazone pure.

Saccharification à 67°. — On sait que lorsque la température de saccharification s'élève la quantité de maltose formée par la fécule diminue par rapport à celle des dextrines : l'expérience suivante, faite à 67°, montre qu'il en est de même avec les amidons artificiels. Mais, comme précédemment, cette quantité reste supérieure à celle que fournit la fécule traitée dans les mêmes conditions.

	Maltose formé.	Amidon solubilisé.	$\frac{M}{A}$.
	mg	mg	
Amidon artificiel A	254,1	460,8	0,551
Fécule	180,0	399,6	0,450

Saccharification à 80°. — Le malt, préalablement chauffé à 80°, perd, comme on le sait, ses propriétés saccharifiantes et conserve seulement le

pouvoir de liquéfier les empois de fécule. Le malt ainsi traité n'exerce qu'une action à peu près nulle sur les amidons artificiels, même après qu'ils ont été amenés à l'état de solution parfaite.

Saccharification à 56° des solutions d'amidons artificiels rétrogradés. — Afin de voir quelle influence exerce la rétrogradation sur les résultats de la saccharification, nous avons déterminé le rapport $\frac{M}{A}$ dans les solutions précédentes, traitées par le malt à 56°, après les avoir abandonnées à elles-mêmes pendant des temps variables.

	Valeurs du rapport $\frac{M}{A}$.			
Échantillons	A.	B.	C.	Fécule.
Solutions fraîches	0,958	0,981	0,965	0,818
Conservées 2 heures	»	0,956	0,973	0,811
Conservées 6 »	0,915	0,960	0,953	0,798
Conservées 24 »	0,951	0,956	0,932	0,806
Conservées 72 »	»	0,960	»	0,785

Les nombres précédents montrent que la partie restée saccharifiable après la rétrogradation est semblable à la matière initiale, puisque le rapport $\frac{M}{A}$ a conservé une valeur à peu près constante, ou s'est à peine abaissé. M. Maquenne ([1]) avait déjà constaté ce fait avec les empois de fécule rétrogradés.

Conclusions : 1° Les amidons artificiels sont saccharifiables par le malt, comme la fécule. Ils donnent les mêmes produits de saccharification, c'est-à-dire du maltose et des dextrines, lesquels se forment en proportions relatives qui dépendent de la température à laquelle on a fait agir le malt, ainsi que cela se produit avec la fécule.

2° Dans des conditions identiques de saccharification les amidons artificiels donnent plus de maltose que la fécule (environ $\frac{1}{5}$ en plus), et les dextrines qu'ils fournissent sont presque complètement solubles dans l'alcool.

Ces résultats établissent une nouvelle analogie entre les amidons artificiels et la fécule, qui vient s'ajouter à celles que nous avons déjà fait connaître.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. II, p. 109.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux ammoniums sur les dérivés halogénés du méthane.* Note de M. E. CHABLAY, présentée par M. Haller.

Les métaux ammoniums présentent une aptitude particulière à réagir, dès la température ordinaire et au-dessous sur un grand nombre de corps, comme le montrent les expériences de M. Joannis sur diverses combinaisons des métalloïdes, combinaisons qui, dans certains cas, ne réagissent qu'à température élevée : l'action de l'oxyde azoteux sur les ammoniums alcalins en est un exemple remarquable. J'ai pensé que ces ammoniums réagiraient facilement sur les composés organiques et qu'il serait intéressant de voir de quelle façon il se comportent vis-à-vis des différentes fonctions.

La Communication faite récemment par M. Lebeau (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1042) m'oblige à faire connaître, dès maintenant, les résultats des recherches que je poursuis depuis un an.

Les carbures d'hydrogène, exception faite de l'acétylène, n'ayant qu'une action très lente ou même nulle sur les ammoniums alcalins, j'ai tout d'abord étudié l'action de ces ammoniums sur les dérivés chlorés ou iodés des carbures.

Action du chlorure de méthyle sur le sodammonium. — Pour étudier cette action je me suis servi de chlorure de méthyle gazeux renfermé dans un gazomètre à mercure gradué; le gaz était dirigé dans un tube convenablement refroidi où se trouvait une solution de sodammonium. L'attaque se produit facilement, le métal ammonium se décolore et un solide blanc prend naissance; il est constitué par du chlorure de sodium. On arrête l'arrivée du chlorure de méthyle quand la couleur du sodammonium a disparu. Pendant la réaction il se dégage un gaz qui n'est pas soluble dans l'eau, c'est du méthane.

De plus on constate que les gaz qui sortent de l'appareil ont une odeur très marquée de méthylamine.

La formule suivante rend compte de la réaction

$$2\,AzH^3.Na + 2\,CH^3.Cl = 2\,NaCl + CH^4 + CH^3.AzH^2 + AzH^3.$$

Des analyses faites sur plusieurs opérations viennent à l'appui de cette équation.

Ces résultats semblent indiquer que dans cette réaction le sodammonium agit à la fois par son sodium et son ammoniac.

Action du chloroforme sur le sodammonium. — Cette action est plus complexe que la précédente, et, dans plusieurs expériences, nous avons obtenu des proportions différentes des divers produits qui se forment. On constate tout d'abord, pendant l'action, un dégagement de gaz formé principalement de méthane ($0^{mol},38$ pour 1^{mol}

de chloroforme dans une expérience) accompagné de petites quantités d'éthylène et d'acétylène. Après la réaction, dans le produit obtenu, qui a une couleur café au lait clair, se trouvent du chlorure de sodium, de l'amidure de sodium et une quantité notable de cyanure (de $0^{mol},2$ à $0^{mol},3$ pour 1^{mol} de chloroforme).

Je vais donner comme exemple la composition de ces divers produits obtenus avec l'iodoforme.

Action de l'iodoforme sur le sodammonium. — L'iodoforme est assez soluble dans le gaz ammoniac liquéfié à la température d'ébullition de ce dernier. Si l'on refroidit à — 78° la solution ammoniacale d'iodoforme, il se dépose des cristaux blancs étoilés qui ont pour formule $CHI^3 + AzH^3$.

Cette combinaison est stable à — 23° (ébullition du chlorure de méthyle), et sa tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique à — 14° environ; au-dessus, les cristaux perdent leur ammoniac, et l'iodoforme jaune réapparaît.

Le sodammonium réagit énergiquement sur la solution ammoniacale d'iodoforme; la solution bleu indigo prend d'abord la couleur du permanganate, puis se décolore complètement. On obtient les mêmes produits qu'avec le chloroforme, en voici la composition :

		Trouvé.			
					cm³
CHI^3 mis........	$2^{millimol},67$	NaCy.........	$0^{millimol},2601$	CH^4.........	20
I^2 correspondant.	$8^{milliat},01$	NaI...........	$7^{millimol},99$	$C^2H^2 + C^2H^4$.	0,92
C^2 correspondant.	$2^{milliat},67$	C^2 des carbures.	$0^{milliat},836$	H^2..........	0,73
				Az^2..........	0,72

Je n'ai pu déterminer ce que devenait le carbone manquant.

Ces résultats montrent que la réaction est compliquée et ne peut se traduire par une formule simple; comme avec le chloroforme, le sodium prend tout l'halogène. Quant au carbone, le tiers environ se transforme en carbures d'hydrogène formés surtout de méthane et une autre partie donne du cyanure en quantité variable.

Action du sodammonium sur le tétrachlorure de carbone. — Je n'ai pas constaté avec ce dernier corps la présence de carbures éthyléniques ou acétyléniques; le gaz recueilli est formé de méthane renfermant un peu d'azote. De même qu'avec les dérivés trihalogénés la réaction est compliquée; voici les résultats d'une expérience :

		Trouvé.			
CCl^4 mis........	$9^{millimol},05$	NaCy.........	$4^{millimol}$	CH^4.	$2^{millimol},61$
Cl^2 correspondant.	$36^{milliat},2$	NaCl.........	$36^{milliat},0$	Az^2.	$0^{milliat},36$
C^2 correspondant.	$9^{milliat},05$	C^2 des carbures.	$2^{milliat},61$		

Les gaz contiennent un peu de vapeurs de chlorure de carbone dont il est facile de se débarrasser au moyen d'un bâton de potasse imbibé d'alcool.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique; formation des amines primaires.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

Nous avons montré, dans une précédente Communication (¹), que les métaux ammoniums réagissaient sur le dérivé halogéné monosubstitué d'un carbure forménique, pour régénérer ce carbure. Il nous a paru que cette hydrogénation pouvait être attribuée à la transformation du métal ammonium en amidure. L'action du chlorure de méthyle sur le sodammonium, par exemple, serait exprimée par l'équation suivante :

$$CH^3Cl + Az^2H^6Na^2 = CH^4 + AzH^2Na + NaCl + AzH^3.$$

Nous avons repris nos expériences dans le but de vérifier si tel était en effet le mécanisme de la réaction.

Les produits de la réaction ne renfermaient pas d'amidure de sodium, ce qui nous a conduit à supposer que ce dernier corps avait pu disparaître dans une réaction secondaire, telle que la formation d'une amine primaire, aux dépens du dérivé halogéné utilisé :

$$CH^3Cl + AzH^2Na = CH^3.AzH^2 + NaCl.$$

Dans ce cas, la monoéthylamine volatilisée en même temps que le gaz ammoniac devait être recherchée dans l'eau ayant servi à dissoudre ce dernier gaz. La solution a été évaporée à siccité et le résidu sec a été épuisé par l'alcool absolu, qui ne dissout que des traces de chlorure d'ammonium. L'évaporation de la solution alcoolique nous a permis de recueillir une quantité suffisante de chlorhydrate d'amine, pour isoler et caractériser nettement la monométhylamine.

L'iodure d'éthyle, réagissant sur le sodammonium, donne également, à côté de l'éthane, l'amine primaire correspondante.

L'amidure de sodium a déjà été employé comme réactif en Chimie organique, par un certain nombre d'auteurs, notamment par MM. Titherley (²), Franklin et Kraus (³), Alexeïeff (⁴) et Brühl (⁵). Plus récemment, M. Hal-

(¹) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1042.

(²) Titherley, *Journ. Chem. Soc.*, t. LXV, 1894, p. 504; t. LXXI, 1897, p. 460; t. LXXIX, 1901, p. 391; t. LXXXI, 1902, p. 1520.

(³) Franklin et Kraus, *Amer. Journ.*, t. XXIII, 1900, p. 277.

(⁴) Alexeïeff, *J. Soc. ph. chim. russe*, t. XXXIV, 1902, p. 520.

(⁵) Brühl, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXVI, p. 1306.

ler [1] utilisait ce composé pour la préparation des cétones sodées exemptes d'alcools sodés. La formation d'amines, au moyen de l'amidure, a été surtout observée dans son action sur les dérivés sulfonés aromatiques. Les dérivés halogénés monosubstitués des carbures forméniques ne donneraient, d'après Titherley, et seulement au-dessus de 200°, que des produits de destruction de leur molécule. Toutefois Alexeïeff a réussi à préparer, en faisant agir l'iodure d'amyle sur l'amidure de sodium à 180° en tube scellé, un mélange d'amines, riche surtout en amine tertiaire. Il était donc indispensable de rechercher si l'amidure de sodium pouvait réagir sur un halogéné alcoolique, dans les conditions de nos expériences.

Si l'on verse, sur de l'amidure de sodium fondu et ensuite rapidement pulvérisé, de l'iodure d'éthyle, il ne se produit aucune réaction visible à la température ordinaire, mais si l'on refroidit le mélange des deux substances, placé dans un gros tube à essai, traversé par du gaz ammoniac sec, de manière à liquéfier quelques centimètres cubes de ce gaz, il n'en est plus de même. L'amidure de sodium se dissout faiblement dans l'ammoniac liquide et sa solution surnage la couche d'iodure d'éthyle. A $-40°$ une réaction se produit et se manifeste par un dégagement de chaleur qui provoque la vaporisation du gaz ammoniac à la surface de séparation des deux liquides. L'amidure de sodium disparaît peu à peu et l'on trouve finalement dans le tube, après avoir laissé la température s'élever, un résidu blanc volumineux d'iodure de sodium, retenant de l'ammoniac et de la monoéthylamine. Cette dernière base a été en outre en grande partie entraînée par le gaz ammoniac. Nous avons pu en isoler une quantité suffisante pour la caractériser.

Nous sommes donc en droit d'admettre que dans l'action du métal ammonium, l'hydrogénation est due à la transformation de ce composé en amidure, ce dernier corps concourant ensuite à la formation d'une amine. Il en résulte que, pour 1^{mol} de sodammonium $Az^2H^6Na^2$, 2^{mol} d'un iodure alcoolique, par exemple, doivent intervenir. Cette dernière vérification a été faite dans l'étude de l'action de l'iodure de propyle normal sur le sodammonium.

On a pesé exactement le sodium mis en expérience, et ce métal a été dissous dans le gaz ammoniac liquéfié de manière à obtenir une solution de sodammonium. L'iodure de propyle a été ajouté goutte à goutte et en agitant constamment jusqu'à décoloration permanente. Le poids de l'iodure utilisé a été déterminé à $0^g,5$ près. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	I.	II.	III.
Poids de sodium............	$2^g,219$	2^g	$2^g,883$
Poids d'iodure consommé....	17^g	16^g	$20^g,5$

(1) HALLER, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1139.

Les poids d'iodures calculés pour satisfaire aux équations suivantes :

(1) $C^3H^7I + Az^2H^6Na^2 = C^3H^8 + AzH^2Na + NaI + AzH^3$;

(2) $C^3H^7I + AzH^2Na = C^3H^7AzH^2 + NaI$,

ou

$$2C^3H^7I + Az^2H^6Na^2 = C^3H^8 + C^3H^7AzH^2 + 2NaI + AzH^3,$$

seraient respectivement 16g,4; 14g,8 et 21g,3.

En outre, les volumes de gaz propane formé dans ces divers essais ont pu être évalués approximativement et ils se rapprochent d'une façon satisfaisante des volumes calculés.

Dans la série aromatique, la réaction fournie par le sodammonium semble être comparable. La benzine monochlorée nous a donné de la benzine et de l'aniline.

Les métaux ammoniums, réagissant sur les dérivés monosubstitués des carbures saturés, se comportent donc comme hydrogénants par suite de leur transformation en amidure; ces derniers corps étant immédiatement détruits pour fournir l'amine primaire correspondante. Nous avons montré, en outre, que l'emploi de l'amidure de sodium pour la fixation du groupe AzH^2 pouvait être obtenu à basse température par l'utilisation d'un dissolvant convenable. Nous ajouterons toutefois que pour conserver à ces réactions leur simplicité il faut avoir soin d'éviter un excès de l'halogène alcoolique qui pourrait donner des actions secondaires.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait basé sur la recherche de l'ammoniaque.* Note de MM. **A. Trillat** et **Sauton**, présentée par M. Roux.

En appliquant au lait la méthode de la recherche de l'ammoniaque basée sur la réaction de l'iodure d'azote, méthode déjà décrite par l'un de nous [1], nous avons pu constater un fait intéressant : c'est que, parmi les laits que nous avons prélevés à Paris, un certain nombre contenaient de l'ammoniaque. Nous nous sommes demandé quelle était la cause de cette formation d'ammoniaque et nous avons examiné si l'on pouvait en tirer un parti pour caractériser la pureté du lait. Nous donnons dans cette Note le résumé des travaux concernant l'étude de cette question qui n'avait pas encore fixé l'attention.

---

(1) *Comptes rendus*, 6 février 1905.

Nous avons tout d'abord été amenés à créer un procédé pratique pour la recherche de l'ammoniaque dans le lait, les méthodes usuelles n'ayant pu être utilisées. La méthode à l'iodure d'azote telle qu'elle a été décrite pour la recherche de l'ammoniaque dans l'eau n'est pas applicable directement pour le lait, par suite de l'abondance de la matière albuminoïde, mais la réaction se produit si l'on a soin de déféquer préalablement. Plusieurs façons d'opérer se présentent : on peut dans ce but employer par exemple soit un acide pour provoquer la séparation du coagulum, soit l'acétate de plomb dont on se débarrasse ensuite. Mais nous préférons la méthode suivante qui est à la fois plus rapide et plus sensible et qui est une modification de la méthode décrite. Elle repose sur la propriété que possède le trichlorure d'iode de déféquer le lait et de former en présence de traces d'ammoniaque la coloration noire de l'iodure d'azote lorsqu'on alcalinise le liquide à examiner. On procède de la manière suivante : on met 10^{cm^3} de lait dans un tube à essai, on ajoute 10^{cm^3} d'une solution de trichlorure d'iode à 10 pour 100 (¹). La défécation est instantanée; on filtre, on ajoute peu à peu dans le filtrat un lait de chaux pure (3 parties de chaux pour 100 d'eau) jusqu'à apparition d'un précipité noir intense provenant de la formation de l'iodure d'azote qui disparaît par un excès de réactif (²). Cette méthode permet facilement de trouver l'ammoniaque à la dose de $\frac{1}{100000}$ et de l'évaluer colorimétriquement en se servant de types de comparaison.

Nous avons d'abord constaté sur un grand nombre de cas que les laits provenant de vaches saines, et traits avec soin, n'ont jamais fourni la réaction de l'ammoniaque. Cette notion étant acquise, pour rechercher sous quelles influences elle se manifestait, nous avons ensemencé des laits purs avec divers germes et nous avons examiné dans quelles conditions il y avait apparition d'ammoniaque. Les ensemencements avaient lieu sur 20^{cm^3} de lait dans de nombreux flacons stérilisés que l'on plaçait à l'étuve à 35°. Après un nombre d'heures variable, on recherchait l'ammoniaque dans le lait jusqu'au moment d'une coagulation bien accentuée. Les essais ont porté non seulement sur les laits crus naturels ou étendus, mais sur les mêmes laits stérilisés.

Il n'y a pas eu production d'ammoniaque dans les laits ensemencés par les germes suivants : ferments acétique, butyrique, lactique; bacilles typhique, diphtérique; B. *coli commune,* streptocoque, staphylocoque, charbon, vibrion cholérique. Par contre, l'apparition de l'ammoniaque s'est manifestée et son dosage colorimétrique a pu être effectué lorsque les laits ont été ensemencés par du *Micrococcus ureæ,* par divers tyrothrix et par les bacilles de Flügge. Le lait ensemencé au fil de platine par la salive humaine, l'urine putréfiée, l'eau d'égout, fournit également de l'ammoniaque.

Selon les cas, l'apparition de l'ammoniaque peut se manifester déjà après 2 à 3 heures et elle peut atteindre la dose de 60^{mg} par litre lorsque le lait est franchement coagulé, alors que les laits purs n'en fournissent aucune trace au même degré de coagulation.

(¹) On trouve le trichlorure d'iode dans le commerce. La solution aqueuse se décompose peu à peu.

(²) Il est nécessaire d'employer la chaux comme agent de saturation au lieu de la soude ou de la potasse, parce que ces substances contiennent presque toujours des traces d'ammoniaque.

Nous avons observé au cours de nos essais que la formation de l'ammoniaque, comme pour l'augmentation de l'acidité, se manifestait plus lentement dans les laits stérilisés que dans les laits crus : dans les laits étendus, elle est plus rapide.

L'ensemencement au fil de platine de ces germes ammoniacaux ne suffit généralement pas à provoquer la formation de l'ammoniaque dans les laits qui ne sont pas portés à l'étuve, le lait étant un très médiocre bouillon de culture. Mais il n'en est pas ainsi lorsqu'on procède par larges ensemencements : l'ammoniaque se forme à froid et quelquefois abondamment bien avant la coagulation du lait.

Il était à prévoir, à la suite de cette observation, que les laits additionnés d'eau malpropre ou ayant été traits ou conservés dans des conditions défectueuses de propreté, devaient fournir la réaction de l'ammoniaque. C'est ce que nous avons vérifié en additionnant un lait pur de 10 pour 100 d'eau de Seine, ou d'une trace d'eau d'égout : l'apparition de l'ammoniaque se manifeste généralement après 12 à 15 heures. Ce résultat a été, en outre, confirmé par l'analyse des laits prélevés par le Laboratoire municipal et manifestement mouillés : la formation de l'ammoniaque s'explique donc par l'ensemencement apporté par les germes de l'eau servant au mouillage.

D'autres causes peuvent encore expliquer la présence de l'ammoniaque dans le lait; telles sont, par exemple, la traite du lait effectuée dans une étable mal aérée, le dépôt du lait dans des récipients y ayant séjourné, la sueur tombant accidentellement dans le lait, etc.

En résumé, les conclusions qui se dégagent de notre travail sont que le lait de vache saine, trait dans des conditions suffisantes de propreté, dans une étable bien aérée, ne devrait pas contenir de l'ammoniaque. L'absence de l'ammoniaque n'est évidemment pas une preuve que le lait ne soit pas contaminé, mais sa présence, surtout si elle est abondante, doit être à notre avis considérée, non pas comme une certitude, mais comme une présomption de pollution et de mouillage. A ce titre, notre procédé analytique pourra donc rendre service pour s'assurer de la pureté d'un lait.

MINÉRALOGIE. — *Sur les transformations polymorphiques par actions mécaniques*. Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

De la théorie des macles artificielles que j'ai proposée et de l'explication qui en découle pour les transformations polymorphiques, il semblait résulter que ces dernières devaient dans certains cas pouvoir être obtenues par actions mécaniques. Considérons par exemple la calcite, qui sous l'influence de la pression se macle suivant un plan b^1. Comme je l'ai montré, cette déformation ne peut être le résultat de la translation observée, que si dans la calcite des molécules symétriques sont diamétralement placées

relativement au plan b^1. Or à un moment donné, pendant la durée de la translation, les droites joignant les centres de gravité de deux molécules symétriques sont perpendiculaires sur le plan b^1, qui est momentanément un plan de symétrie du cristal. Si donc les conditions d'équilibre étaient remplies, lorsque cette perpendicularité est acquise, le cristal de calcite se trouverait transformé en un cristal orthorhombique, dont les trois plans de symétrie seraient le plan b^1, le plan d^1 perpendiculaire sur ce plan b^1, et un troisième plan perpendiculaire sur les deux précédents.

Cette analyse de la déformation nous montre que l'on ne pourra passer d'une forme à l'autre par actions mécaniques que si le polymorphisme est direct, c'est-à-dire si la particule complexe et le réseau de l'une peuvent résulter de la déformation de la particule et du réseau de l'autre, et en second lieu si les deux formes sont stables à la même température. Ces deux conditions paraissent très rarement réalisées simultanément dans un même corps. J'en ai constaté l'existence dans un mélange cristallisé contenant 1^g d'azotate de thallium pour 7^g d'azotate d'ammonium. Ce corps est stable à la température ordinaire sous deux formes : dans la première il est quasi-quadratique, positif, et se macle suivant les plans b^1 et h^1; dans la seconde, il présente l'ensemble des caractères de l'azotate d'ammonium : il est quasi-ternaire, négatif, très biréfringent, et ne se macle pas. La forme 1 étant seule stable aux hautes températures, et les cristaux s'obtenant par fusion, c'est sous cette forme qu'ils se présentent. Mais si on les comprime légèrement avec la pointe d'une aiguille, on les ramène à la forme 2, une plage de la première donnant naissance à une plage unique de la seconde : les deux formes sont donc bien orientées l'une par rapport à l'autre. Mais le point intéressant de cette expérience consiste en ce que si l'on repasse l'aiguille sur une plage 2 provenant de la transformation, on peut la transformer en une plage 1. Le phénomène se présente donc avec toutes les particularités de la production des macles artificielles; mais cette réversibilité disparaît quand la proportion d'azotate d'ammonium dans le mélange cristallisé est supérieure à 7 pour 1.

On arrive encore assez facilement à se rendre compte des relations d'orientation des deux formes, en déterminant l'orientation relative aux ellipsoïdes optiques de certaines sections avant et après la déformation. On établit ainsi que l'un des plans de macles h^1 de la forme 1 devient un plan de symétrie de la forme 2, tandis que les deux plans m de symétrie de la première forme deviennent des plans de macles de la seconde.

C'est le premier exemple connu de transformation polymorphique par

actions mécaniques, mais il est fort probable que l'on en trouvera d'autres maintenant que l'attention est appelée sur ce sujet.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'état de conservation des minéraux de la terre arable.* Note de M. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

On enseigne depuis longtemps que la terre arable résulte de la désagrégation et de la décomposition des roches éruptives et sédimentaires. Cette notion implique naturellement la présence dans le dépôt de minéraux altérés ou en voie d'altération.

Les récentes recherches de MM. Delage et Lagatu [1], dont les résultats ont été communiqués à l'Académie, tendent à modifier complètement nos idées à ce sujet. Suivant ces auteurs, la terre arable n'est pas formée de minéraux plus ou moins décomposés, elle ne renferme que des *espèces minérales d'une pureté absolument parfaite*. Cette idée fondamentale des travaux de MM. Delage et Lagatu, si elle était confirmée, renouvellerait tous les problèmes dont la solution dépend de la constitution de la terre arable, et notamment celui de l'élaboration des solutions minérales destinées aux végétaux.

L'analyse micrographique de nombreux échantillons de limons et sols arables, commencée en 1890, m'a conduit à des conclusions différentes de celles de MM. Delage et Lagatu sur l'état de conservation des minéraux. Mes observations personnelles me permettent d'affirmer que *la présence de matériaux altérés à des degrés fort divers, et en proportions très variables, est la règle absolument générale*. Les feldspaths, le mica noir, les amphiboles primordiales, les pyroxènes, le péridot, la magnétite, etc., c'est-à-dire tous les minéraux essentiels des roches éruptives, à l'exception du quartz, sont plus ou moins décomposés. La glauconie, ce silicate complexe, si digne d'attention en raison de sa forte teneur en potasse et de sa grande diffusion, se rencontre dans beaucoup de terres arables à tous les états, depuis le grain franchement vert et intact jusqu'à l'élément entièrement transformé en limonite et dépouillé de sa potasse.

---

(1) A. DELAGE et LAGATU, *Sur la constitution de la terre arable* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1043-1044); *Sur les espèces minérales de la terre arable* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1233-1235); *Constitution de la terre arable*, 25 pages; Montpellier, 1905.

Dans toutes les terres arables, dans tous les limons soumis à l'analyse microscopique, la présence de minéraux en voie de décomposition est constante. Je n'ai pas encore observé une seule terre dont tous les minéraux soient complètement dépourvus de traces d'altération.

J'ai reconnu, dans tous les échantillons que j'ai étudiés, trois classes d'éléments, doués de propriétés bien distinctes :

1° Des minéraux inaltérables;

2° Des minéraux susceptibles de se dissoudre sans laisser de produits d'altération;

3° Des minéraux épigénisés, c'est-à-dire altérés. Les espèces de cette dernière catégorie qui laissent des produits d'altération en se décomposant sont très nombreuses; ce sont, pour la plupart, des silicates alcalins, des silicates alcalino-terreux, des silicates ferro-magnésiens, dont la décomposition met en liberté des bases dont plusieurs sont très importantes pour l'Agriculture.

Ces faits, sur lesquels je reviendrai dans une étude détaillée, doivent servir de point de départ pour expliquer l'élaboration des solutions destinées à l'alimentation des plantes. Après avoir reconnu qu'il n'y a dans la terre végétale que des « espèces minérales d'une pureté absolument parfaite », MM. Delage et Lagatu ont été conduits à formuler une théorie nouvelle sur la préparation des solutions minérales servant à la nutrition des plantes. Ils ont supposé que tous les matériaux de la terre arable peuvent se dissoudre directement, que des minéraux complexes comme la biotite, c'est-à-dire des silicates renfermant jusqu'à dix bases différentes ne se décomposent pas, mais passent à l'état de solution dans l'eau.

S'il existe des minéraux en décomposition dans toutes les terres arables, comme je crois pouvoir l'affirmer, la conception de la dissolution directe de leurs éléments qui n'est appuyée par aucun fait d'expérience cesse d'être une hypothèse nécessaire. On a admis jusqu'à ce jour que les solutions minérales destinées aux plantes s'élaborent par *dissolution* ou par *décomposition*, suivant la nature des matériaux, et que l'altération de nombreux minéraux qui ne peuvent se dissoudre directement engendre des carbonates solubles qui contribuent à alimenter les végétaux. C'est l'opinion qui s'impose encore dans l'état actuel de nos connaissances.

BOTANIQUE. — *Nouvelles espèces d'endophytes d'Orchidées.* Note de M. **Noël Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré [1] que la germination des graines d'Orchidées exige le concours des champignons endophytes qui vivent avec ces plantes. Mes premières expériences établissaient qu'un même champignon peut habiter indifféremment des Orchidées diverses (*Cattleya, Cypripedium*) et servir aussi bien à la germination des unes que des autres.

De nouvelles expériences, qui feront l'objet de cette Note, m'ont démontré que certaines Orchidées (*Odontoglossum, Phalænopsis, Vanda*), connues des horticulteurs pour la difficulté exceptionnelle de leur germination, dépendent d'espèces spéciales d'endophytes. En particulier, j'ai obtenu, à partir de racines de *Phalænopsis amabilis* et d'*Odontoglossum grande,* des champignons qui appartiennent manifestement à des espèces assez voisines de celle du premier endophyte que j'ai cultivé, mais qui en diffèrent et qui diffèrent entre eux par des caractères morphologiques facilement appréciables.

L'endophyte des *Cattleya,* que j'ai antérieurement décrit, donne dans les cultures (faites, par exemple, sur morceaux de carotte) un voile de filaments rampants sur lesquels se forment des bouquets de filaments moniliformes, à croissance limitée, simulant les appareils sporifères d'*Oospora*. Le champignon de l'*Odontoglossum* donne, au contraire, un abondant mycélium aérien duveteux et, tardivement, des filaments moniliformes. L'endophyte du *Phalænopsis* donne, de même et plus rapidement, un mycélium aérien très abondant, puis, sur le verre, des filaments moniliformes *qui s'anastomosent et s'enchevêtrent en formant de petits sclérotes*. Par ce caractère particulier, l'endophyte du *Phalænopsis* se rapproche manifestement des *Rhizoctonia;* j'ai comparé directement mes cultures à celles du *Rhizoctonia Solani;* la ressemblance est des plus nettes et le rapprochement qu'elle implique est beaucoup plus naturel que celui dont j'avais indiqué la possibilité entre ces endophytes d'Orchidées et les *Oospora*.

J'ai comparé l'action de ces trois champignons sur des semis de diverses Orchidées; je retiendrai ici les résultats d'expériences faites avec des graines hybrides de *Phalænopsis* (*P. amabilis* × *P. rosea*).

---

[1] *Comptes rendus*, 21 septembre 1903 et 28 mars 1904 (*Revue générale de Botanique,* t. XVI, 1904).

Les graines ont été semées dans des tubes stérilisés, sur des plaques de coton hydrophile imbibées d'une décoction de salep, suivant une technique qui diffère peu de celles que j'ai déjà appliquées. En semis aseptiques, ces graines, comme celles de *Cattleya*, présentent un début de développement, verdissent, différencient des stomates, mais ne forment jamais de poils et meurent au bout de quelques mois.

Le champignon des *Cattleya*, introduit dans les cultures à une époque quelconque, non seulement ne provoque pas la germination, mais encore amène la mort rapide des embryons qu'il envahit complètement. On sait qu'à l'ordinaire les Orchidées limitent l'invasion de leurs endophytes par une digestion des hyphes dans un nombre notable de cellules; dans le cas actuel cette réaction phagocytaire est à peine marquée; souvent même elle est tout à fait nulle, l'embryon étant envahi dans toute sa masse avant qu'aucune digestion ait eu lieu. Il y a là simplement une maladie parasitaire contre laquelle la jeune plante n'a pas de moyens de défense efficaces.

Avec l'endophyte du *Phalænopsis*, on obtient la germination régulière. L'infestation présente à peu près l'étendue et les caractères de celle qu'on voit chez les plantules de *Cypripedium;* la réaction phagocytaire est bien marquée, insuffisante cependant pour arrêter tout à fait la progression de l'endophyte. En même temps que l'infestation progresse le développement se poursuit : la plantule forme d'abord des poils absorbants, puis donne, comme à l'ordinaire, un tubercule embryonnaire portant un bourgeon au sommet. Dans ce cas, la vie en commun se prolonge ; on est dans les conditions de la symbiose normale pour l'espèce.

Avec le champignon de l'*Odontoglossum*, tout se passe de même au début : l'infestation se produit par le mode habituel, le champignon envahit une partie de l'embryon et le développement commence. Mais, au plus tard, dès que la poussée des poils absorbants s'est effectuée, une réaction phagocytaire intense se produit, le champignon est digéré et détruit dans toutes les cellules qui sont à l'avant de la région infestée; les progrès de l'infestation sont ainsi totalement arrêtés et, dès lors, le développement s'arrête de même; les plantules de ces cultures restent stationnaires, tandis que celles des cultures faites avec l'endophyte du *Phalænopsis* continuent à progresser. La plantule a donc l'immunité vis-à-vis de ce parasite et la symbiose est impossible.

A un point de vue théorique, il résulte de ces constatations que l'état dit de *symbiose* est en quelque sorte un état de maladie grave et prolongée, intermédiaire entre l'état des plantes atteintes d'une maladie rapidement mortelle et celui des plantes qui jouissent d'une immunité complète.

Au point de vue pratique, il devient vraisemblable que les difficultés exceptionnelles rencontrées par des horticulteurs pour faire germer les graines de certaines espèces d'Orchidées tiennent en général, pour une large part, à l'existence d'espèces particulières d'endophytes auxquelles ces Orchidées sont spécialement adaptées.

BOTANIQUE. — *La culture de la morille.* Note de M. **Ch. Répin**, présentée par M. Roux.

Dans une récente Communication ([1]), M. Molliard a fait connaître le résultat de ses recherches sur la culture de la morille. Ces recherches présentent une complète analogie, quant à la méthode suivie et quant au résultat obtenu, avec celles que j'ai moi-même publiées en 1901 ([2]) et qui fournirent la première démonstration que la morille est un Champignon saprophyte, cultivable à partir de l'ascospore sur des milieux convenablement choisis.

Je me contenterai de rappeler ici que l'une des couches qui me donnèrent une récolte de morilles était un compost de marc de pommes, l'autre était faite de feuilles d'arbres enfouies dans un silo. Le mycélium, provenant de la germination de l'ascospore, avait été au préalable cultivé pendant une année *in vitro* à l'état de pureté; il avait produit, dans cet intervalle, des nodules de tissu dense semblables à ceux observés par M. Molliard, mais que, pour ma part, je ne considère pas comme de vrais sclérotes, et une forme conidienne dont j'ai seulement indiqué l'existence et la ressemblance avec un *Botrytis* et qui se confond probablement avec celle dont M. Molliard a donné une description complète. Il s'écoula quatre ans entre l'introduction de ce mycélium dans les couches et la première récolte, et il y eut deux récoltes successives (printemps de 1901 et de 1902).

Le point capital pour l'avenir de cette culture est de savoir quelles sont, dans les milieux fort complexes mentionnés plus haut, les substances effectivement utilisées par le Champignon pour sa nutrition. M. Molliard pense que ce sont les sucres fermentescibles. Je crois, au contraire, que ce sont exclusivement des composés du groupe des celluloses. Cette opinion est basée sur les considérations suivantes :

1° Un très grand nombre d'essais que j'ai effectués, non seulement avec la plupart des sucres connus, mais aussi avec d'autres substances plus ou moins facilement fermentescibles (amidon, pectose, alcools, sels organiques, etc.) m'ont prouvé que, si quelques-unes de ces substances paraissent activer le développement du mycélium dans

---

([1]) *Comptes rendus*, 25 avril 1905.

([2]) *La culture de la morille* (*Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 15 juillet 1901).

son tout jeune âge, elles sont sans effet sur le mycélium adulte et, dans tous les cas, ne favorisent en rien la fructification;

2° Au cours de recherches antérieures [1], j'ai établi que, dans la culture du Champignon de couche sur fumier, la substance nutritive doit être cherchée parmi les éléments du fumier insolubles dans l'eau et dans tous les solvants neutres, donc parmi les matières cellulosiques, auxquelles la fermentation en meules a probablement fait subir une modification qui les rend assimilables pour le Champignon;

3° Dans le cas des milieux à base de pulpe de pommes, déposés en terre, il est évident que les sucres ont dû disparaître très vite et qu'ils ne sauraient avoir alimenté une culture qui a duré des années; ici encore, c'est seulement la trame cellulosique de la pulpe, bien autrement résistante, qui a pu jouer ce rôle;

4° J'ai pu recueillir et analyser plusieurs cas de production spontanée de morilles en extrême abondance sur des substratums homogènes et bien déterminés; dans quelques-uns de ces cas, il s'agissait de pâtes de bois pour la fabrication du papier, abandonnées sur le sol depuis un certain temps; ces pâtes avaient été mises au rebut pour avoir subi une cuisson trop prolongée en liqueur alcaline ou acide, ce qui avait eu pour résultat de transformer la cellulose en oxycellulose et, peut-être même, de l'hydrolyser partiellement [2].

J'ai mis à profit cette indication pour essayer de préparer un milieu spécifique pour la morille par des méthodes purement chimiques en partant de la cellulose, mais ces essais n'ont donné jusqu'ici que des résultats incomplets. Je suis amené à croire que, dans le cas de la morille comme dans celui du Champignon de couche, la coopération d'un microbe est nécessaire pour procurer au Champignon l'aliment qui lui permet de parcourir le cycle complet de son développement. Cela expliquerait pourquoi ni M. Molliard, ni moi n'avons pu obtenir d'appareils ascosporés sur les milieux aseptiques, bien que le développement du mycélium y fût des plus copieux; cela permettrait aussi de comprendre pourquoi l'apparition des morilles et de bien d'autres Champignons supérieurs est strictement limitée à une époque de l'année, en rattachant les phases de leur végétation aux révolutions saisonnières de la flore microbienne du sol.

---

(1) Répin, *La culture du Champignon de couche* (*Revue générale des Sciences pures et appliquées,* 15 septembre 1897).

(2) *Voir* à ce propos les Communications de M. Léo Vignon (*Comptes rendus,* 20 septembre 1897 et 20 avril 1903).

PHYSIOLOGIE. — *Action élective du chloroforme sur le foie.* Note de MM. **M. Doyon** et **J. Billet**, présentée par M. Dastre.

I. Doyon a démontré que le chloroforme détermine dans certaines conditions, parallèlement : l'incoagubilité du sang, la disparition du fibrinogène du plasma et des lésions hépatiques. Cet auteur soutient que l'incoagulabilité du sang et la disparition du fibrinogène du plasma dépendent des lésions du foie.

II. Nous avons étudié les lésions hépatiques qui se produisent dans ces conditions, et constaté de plus que le foie est lésé à l'exclusion de tous les autres organes, sauf cependant le rein.

Nos expériences ont été faites sur le chien. Le chloroforme était introduit par une sonde dans l'estomac, chaque jour, à la dose de 2^g par kilogramme d'animal, mêlé à 3^{vol} d'huile. La mort peut survenir dès le troisième jour, après deux ingestions, mais souvent la survie est un peu plus longue.

A. Dans le foie, nous avons constaté les phénomènes suivants :

1. Des hémorragies abondantes; ces hémorragies se font généralement par plaques; on voit un épanchement plus ou moins considérable de globules rouges; à ce niveau le tissu hépatique est absolument dilacéré, les travées sont rompues, les cellules mêmes sont plus ou moins fragmentées.

2. Une accumulation énorme de leucocytes polynucléaires dans les espaces intercellulaires.

3. Des lésions des cellules hépatiques. Ces lésions sont surtout accusées vers le centre du lobule; elles se présentent sous trois états qui paraissent constituer trois étapes progressives d'un même phénomène :

a. A un premier stade on constate de la dégénérescence hyaline; les cellules sont peu atteintes, mais on n'y trouve pas trace de structure réticulaire ni de limites cellulaires; le noyau est sain.

b. A un autre stade le protoplasme est fragmenté, réduit à des granulations plus ou moins grosses et sans structure (dégénérescence granuleuse).

c. A un dernier stade le protoplasme n'existe plus ou est réduit à de fines granulations peu colorées; le noyau est peu coloré, fragmenté; parfois même il a complètement disparu.

En général, on constate aussi de la dégénérescence graisseuse peu marquée, mais assez diffuse.

B. Le rein présente des lésions de néphrite épithéliale aiguë. Déjà, en 1881, Ch. Bouchard avait constaté l'apparition de l'albumine dans l'intoxication par le chloroforme. Les muscles, le cœur, les muqueuses de l'estomac et de l'intestin grêle ne présentent aucune lésion dans les conditions où nous sommes placés. Dans le sang on

constaté de l'hyperleucocytose. Exemple : chien de $14^{kg},200$. Dans une carotide on trouve, par millimètre cube de sang, 9207000 hématies et 155000 globules blancs. On donne, 2 jours de suite, 22^{g} de chloroforme de la manière habituelle. Le troisième jour le chien paraît malade. On trouve dans l'autre carotide, par millimètre cube de sang, 10602000 hématies, 24000 globules blancs. Aussitôt après la prise d'essai le chien est sacrifié; le sang est incoagulable; il n'y a pas trace de caillots dans le cœur, dans la veine porte, dans la veine cave inférieure ni dans aucun vaisseau.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité des alcaloïdes urinaires.* Note de MM. **H. Guillemard** et **P. Vranceano**, présentée par M. Armand Gautier.

L'un de nous a montré (1) que l'acide silicotungstique peut servir à séparer de l'urine et à doser un certain nombre de corps qui répondent à la plupart des réactions générales des alcaloïdes. Nous nous sommes proposé de rechercher, en utilisant ce réactif, quelle part revient au corps à fonction alcaloïdique dans la toxicité globale de l'urine.

I. La technique des expériences a été la suivante. On recueille 3^{l} d'urine dont on détermine la toxicité par la méthode de Bouchard, c'est-à-dire en injectant le liquide dans la veine marginale du lapin à raison de 20^{cm^3} par minute et faisant la correction d'isotonie comme l'ont indiqué MM. Claude et Balthazard (2). On dose l'azote urinaire total, puis on concentre dans le vide ce qui reste d'urine de façon que la teneur en azote du liquide obtenu soit de 20^{g} par litre environ. On ajoute au liquide 5 pour 100 d'acide chlorhydrique et l'on filtre. Le filtrat est précipité complètement par addition d'une solution d'acide silicotungstique à 5 pour 100. On essore le précipité à la trompe et on le lave à l'eau distillée pour enlever l'excès d'acide chlorhydrique. Le précipité est dissous à froid dans la quantité minima d'eau légèrement ammoniacale. On obtient ainsi une liqueur fortement colorée qui contient du silicotungstate d'ammoniaque et les bases libres. Cette liqueur est concentrée dans le vide à l'état de sirop, additionnée de quelques gouttes d'ammoniaque et traitée par un excès d'alcool absolu qui laisse le silicotungstate d'ammoniaque et dissout la majeure partie des bases. Le résidu est épuisé par l'alcool à 96° C. Les liqueurs alcooliques ainsi obtenues sont évaporées à sec dans le vide. Le résidu est dissous dans 120^{cm^3} d'une solution de chlorure de sodium à 7^{g} pour 1000 légèrement alcalinisée par du carbonate de soude, et la solution ainsi obtenue est progressivement additionnée d'eau distillée jusqu'à ce que son point de congélation soit de $-0°,56$. On a ainsi une liqueur colorée en jaune.

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 1438.

(2) *Journal de Physiol. et Pathol. gén.,* 1900, p. 53.

analogue comme aspect au sérum sanguin, faiblement alcaline, contenant uniquement en solution les bases urinaires libres et du chlorure de sodium isotonique au sang de l'animal. On mesure la toxicité de ce liquide d'après la même technique que pour l'urine.

II. La méthode ci-dessus permet de séparer la totalité des bases. Or, parmi ces bases, la créatinine jouit de la propriété de n'être précipitée intégralement par l'acide silicotungstique qu'en solution concentrée, de déplacer facilement l'ammoniaque de ses sels et d'être peu soluble dans l'alcool. Si donc on précipite l'urine non concentrée et qu'on reprenne le résidu par une petite quantité d'alcool non ammoniacal, on laisse à l'état de silicotungstate insoluble la presque totalité de la créatinine. L'expérience directe nous a montré, en effet, que dans ce cas, sur 0g,01288 d'azote alcaloïdique, 0g,007 seulement appartiennent à la créatinine. Si, par contre, on précipite l'urine concentrée et qu'on reprenne par un excès d'alcool le résidu rendu légèrement ammoniacal, on dissout la presque totalité de la créatinine. Cette remarque nous a permis d'étudier séparément la toxicité du précipité alcaloïdique total et celle de ce précipité privé de créatinine.

III. Nous résumerons ici quelques-unes des observations faites en suivant cette méthode ; elles portent sur des urines normales.

Première expérience.

Quantité de bases isolées	1g,446 pour 3000$^{cm^3}$
Poids toxique par kilogramme de lapin	0g,280
Toxicité urinaire globale	0,699 toxie pour 100$^{cm^3}$
Toxicité alcaloïdique	0,175 toxie pour 100$^{cm^3}$

Il suit de là que, dans ce cas, sur 100 toxies globales, 25,035 représentent la toxicité alcaloïdique. L'urine avait été précipitée sans concentration préalable et le précipité alcaloïdique ne contenait qu'une trace de créatinine.

Deuxième expérience.

Quantité de bases isolées	2g,680 pour 2000$^{cm^3}$
Poids toxique par kilogramme de lapin	1g,200
Toxicité urinaire globale	0,610 toxie pour 100$^{cm^3}$
Toxicité alcaloïdique	0,111 toxie pour 100$^{cm^3}$

Il suit de là que dans ce cas sur 100 toxies globales 18,196 représentent la toxicité alcaloïdique. Le précipité contenait la créatinine.

Troisième expérience.

Quantité de bases isolées	3g,200 pour 2500$^{cm^3}$
Poids toxique par kilogramme de lapin	1g,440
Toxicité urinaire globale	0,359 toxie pour 100$^{cm^3}$
Toxicité alcaloïdique	0,088 toxie pour 100$^{cm^3}$

Dans ce cas sur 100 toxies globales 24,512 représentent la toxicité alcaloïdique. Le précipité contenait la créatinine.

Conclusions. — A l'état physiologique, la toxicité alcaloïdique entre pour 18 à 25 pour 100 dans la toxicité globale de l'urine.

La créatinine est sans influence notable sur la toxicité alcaloïdique; pour tuer 1^{kg} de lapin il faut en moyenne $0^g,28$ d'alcaloïdes sans créatinine et $1^g,30$ d'alcaloïdes, la créatinine comprise.

La toxicité alcaloïdique ne varie pas toujours dans le même sens que la toxicité globale; elle n'est pas proportionnelle à la quantité des alcaloïdes, elle dépend de la nature de ces substances.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage du sucre dans le sang au moment de l'accouchement chez la chèvre sans mamelles.* Note de M. **Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une Note antérieure j'ai montré que la chèvre que l'on faisait couvrir, après avoir pratiqué sur elle au préalable l'ablation des mamelles, présentait, au moment du part, une glucosurie intense.

Je me permettais d'en conclure que l'excès de glucose déversé dans le sang, puis de là dans l'urine, peu après l'accouchement, était destiné, au cas où la femelle aurait eu ses mamelles, à faire face à une transformation ultérieure en lactose qui, ensuite, aurait été excrété dans le lait.

Il devenait intéressant d'effectuer des dosages comparatifs du sucre du sang : 1° avant la délivrance, à un moment où il n'y a pas encore glucosurie; 2° dans les deux ou trois heures qui suivent, c'est-à-dire quand la glucosurie est à son maximum ou à peu près, et 3° quelques jours après cet événement alors qu'il n'y a plus glucosurie.

Je donne ci-dessous les résultats obtenus avec une des deux chèvres qui m'avaient déjà servi l'an dernier, la seconde ayant été sacrifiée dans un autre but.

Chèvre couverte le 28 octobre 1904.

Accouche le 2 avril 1905, à 8^h30^m, d'un mâle et, à 9^h, d'une femelle.

A. Avant l'accouchement : pas de sucre dans les urines.

B. Après l'accouchement :

Première urine..... 8^h45^m : 300^{cm^3} ($2^g,50$ de glucose au litre).
Deuxième urine .... 10^h30 : 100^{cm^3} (70^g de glucose au litre).

Troisième urine	Jusqu'à minuit le 2 : 90^{cm^3} (26^g de glucose au litre).
Quatrième urine....	Nuit du 2 au 3 : 200^{cm^3} (26^g de glucose au litre).
Cinquième urine....	3 avril, jusqu'à 11^h du matin : 50^{cm^3} ($9^g,70$ de glucose au litre).
Sixième urine......	3 avril, 11^h à 2^h : 35^{cm^3} ($4^g,30$ de glucose au litre).
Septième urine.....	Soir du 3 et nuit du 3 au 4 : 160^{cm^3} ($1^g,40$ de glucose au litre).
Huitième urine.....	4 au matin et 5 au matin : 180^{cm^3}. L'urine ne réduit plus.

Dosages du sucre du sang :

Saignée à la jugulaire du 31 mars...........	Glucose : $0^g,44$ au litre.
Saignée à la jugulaire du 2 avril (après l'accouchement à 10^h45^m du matin)..........	Glucose : 2,85 au litre.
Saignée à la jugulaire du 6 avril............	Glucose : 0,30 au litre.

Il en résulte que lors de l'accouchement, de suite après la délivrance, il y a une hyperglycémie très accentuée dont la glucosurie est le signe immédiatement et facilement constatable.

Le foie entre donc en jeu, au moment du part, sous une influence dont il reste à serrer de près le mécanisme intime, et le glucose qu'il déverse en excès dans le sang n'étant pas utilisé par la mamelle, puisque celle-ci fait défaut, va apparaître dès lors dans l'urine.

A côté de ce phénomène mesurable qu'est l'hyperglycémie de la délivrance, j'ai remarqué que le sang de la jugulaire à ce moment se coagulait beaucoup plus rapidement que celui des récoltes qui ont précédé ou suivi de quelques jours l'accouchement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la sexualité sur la nutrition du* Bombix mori *aux dernières périodes de son évolution. Localisation du glycogène, des graisses et des albumines solubles au cours de la nymphose.* Note de MM. C. **Vaney** et F. **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons dosé, en suivant les méthodes indiquées dans une Note précédente, le glycogène, les graisses et les albumines solubles, dans des séries de chrysalides mâles et de chrysalides femelles. Nous avons répété les mêmes dosages sur des adultes accouplés immédiatement après l'éclosion, et sur des adultes après l'accouplement et la ponte.

Nous avons observé entre les mâles et les femelles des différences très sensibles, résumées dans le Tableau suivant :

	Poids de 10 individus nus.		Glycogène.	
	Mâles.	Femelles.	Mâles.	Femelles.
Chrysalides 17 jours..	9,17 g	14,03 g	0,069 g 0,755 p. 100	0,069 g 0,636 p. 100
Adultes accouplés....	5,40	9,60	0,023 0,420 p. 100	0,117 1,229 p. 100
Adultes après accouplement et ponte.	3,00	3,40	0,026 0,888 p. 100	0,044 1,300 p. 100

	Graisse.		Albumines solubles.	
	Mâles.	Femelles.	Mâles.	Femelles.
Chrysalides 17 jours	0,225 g 2,452 p. 100	0,316 g 2,255 p. 100	0,021 g 0,230 p. 100	0,170 g 1,212 p. 100
Adultes accouplés.	0,511 9,466 p. 100	0,268 2,800 p. 100	0,063 1,166 p. 100	0,045 0,470 p. 100
Adultes après accouplement et ponte.	0,086 2,866 p. 100	0,064 1,885 p. 100		

La comparaison entre mâles et femelles exige que l'on s'adresse à la teneur pour 100 de ces différentes substances, car les femelles avant la ponte ont toujours un poids beaucoup plus considérable que les mâles.

L'examen des résultats précédents nous permet de faire les remarques suivantes :

1° *Chrysalides à la veille de l'éclosion.* — Il n'y a pas de différences très marquées entre les mâles et les femelles au point de vue de la teneur en glycogène et en graisse; mais, pour les albumines solubles, il y a un grand écart entre les deux chiffres, en faveur des femelles.

2° *Adultes accouplés.* — Les mâles sont plus riches en albumines solubles et surtout en graisse; ils sont moins riches en glycogène.

3° *Adultes après l'accouplement et la ponte.* — Les mâles sont toujours plus riches en graisse et moins riches en glycogène.

Si l'on veut étudier maintenant l'*évolution du glycogène, des graisses et des albumines solubles dans des séries parallèles mâles et femelles,* il faut envisager les quantités de substances contenues dans des lots de 10 individus, dont les poids correspondraient à ceux du Tableau.

On arrive de cette façon aux conclusions suivantes :

1° *Au moment de l'éclosion.*

Chez les mâles, on observe une diminution de glycogène, une augmentation très forte de graisse et un léger accroissement d'albumines solubles.

Chez les femelles, au contraire, on constate une légère augmentation de glycogène, une diminution de graisse et d'albumines solubles;

2° *Après l'accouplement et la ponte.* — On assiste à une disparition progressive des substances de réserve, glycogène et graisse, aussi bien pour les mâles que pour les femelles.

Nous avons complété notre première étude des variations du glycogène, des graisses et des matières albuminoïdes solubles par la recherche des localisations histologiques de ces substances.

L'emploi de la gomme iodée et de la méthode de Lubarsch au violet de gentiane nous a permis de déceler le glycogène, en quantité appréciable, dans le tissu adipeux, les leucocytes et les muscles; la majeure partie de cette substance se trouve dans les cellules adipeuses.

Les œufs enfermés dans le corps de la femelle en contiennent aussi des quantités assez fortes,

Contrairement à l'opinion émise par Bataillon (1893), le glycogène n'est pas d'origine histolytique, car ce sont les éléments qui ont le plus d'activité pendant les métamorphoses (cellules adipeuses, leucocytes, glandes génitales) qui présentent du glycogène en plus grande abondance.

Au cours de la métamorphose du ver à soie, on constate que la graisse se trouve :

1° Dans les cellules adipeuses qui, déjà chez la larve, contenaient des matières grasses et qui passent intégralement de la larve à l'imago; 2° dans des éléments qui n'en renferment pas chez la larve et chez l'adulte, mais qui en présentent pendant la nymphose. Ce sont : les leucocytes, les cellules de l'hypoderme, certains muscles et surtout les glandes séricigènes où nous avons constaté une véritable dégénérescence graisseuse. Les cellules de l'épithélium digestif montrent des granulations graisseuses à la fin de la chrysalisation; les œufs renfermés dans le corps de la femelle contiennent aussi des matières grasses.

Les cellules adipeuses, les leucocytes et les cellules de l'appareil génital femelle renferment des inclusions albuminoïdes.

L'étude histologique montre que les cellules adipeuses jouent un rôle très actif dans le chimisme des métamorphoses. Ces éléments se maintiennent pendant toute la durée de la nymphose et ils renferment en abondance de la graisse, du glycogène et des matières albuminoïdes solubles; au point de vue physiologique leur rôle dans la nutrition rappelle celui des cellules hépatiques.

D'après ce qui précède nous voyons que, partout où il y a du glycogène en abondance, on trouve de nombreuses granulations graisseuses; mais l'inverse peut ne pas avoir lieu. Cette observation plaiderait en faveur du glycogène aux dépens des graisses.

M. MARCEL P.-S. GUÉDRAS adresse une Note *Sur la nitro-caséine.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 MAI 1905.

Ueber die parasitäre Theorie in der Aetiologie der Krebse, von E. VON LEYDEN; Vortrag, gehalten in der Berliner medizinischen Gesellschaft am 8. März 1905; mit einer lithographischen Tafel. Berlin, August Hirschwald, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouchard. Hommage de l'auteur.)

Icones Fungorum ad usum Sylloges Saccardianæ adcommodatæ, auctore A.-N. BERLESE; vol. III, fasc. V (postumus) : *Sphæriaceæ Allantosporæ* (continuatio), curantibus ANT. BERLESE et P.-A. SACCARDO; pag. 105-120 (tab. CXXVII-CLXII). Padoue, 1905; 1 fasc. in-8°. (Offert par la veuve de l'auteur.)

Quelques mots sur les Mathématiques en Portugal, notice et défense des travaux de Antonio Cabreira, avec biographie de l'auteur, par A. SANTOS LUCAS. Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Géométrie descriptive et Géométrie cotée, conforme aux programmes du 31 mai 1902 pour l'Enseignement secondaire, par ERNEST LEBON; classes de Mathématiques A et B. Paris, Delalain frères, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur le dosage de certaines substances réductrices des urines au moyen du bleu de méthylène, par le Dr J. LE GOFF. (Extr. des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie,* 1er mars 1905, t. LVIII, p. 448.) 1 fasc. in-8°.

L'agent pathogène de la syphilis, nature, cultures, inoculations, vaccination préventive, par le Dr HENRI POMMAY; avec 16 fig. Paris, Maloine, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXIII, fasc. 1. Paris, au siège de la Société, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; série III, t. VI, fasc. I, janvier-février 1905. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 avril 1905.)

Note de M. *H. Deslandres,* Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales :

Page 970, ligne 10, *au lieu de* L'objectif est couvert, partiellement pour les points de 0′ à 5′ du bord, *lisez* partiellement pour les points de 0′ à 10′ du bord.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 8 mai 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. A. HALLER et M. DESFONTAINES. — Exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques 1205
M. H. MOISSAN. — Sur une nouvelle synthèse de l'acide oxalique 1209
M. A. LAVERAN. — Pseudo-hématozoaires endoglobulaires 1211
M. P. DUHEM. — De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant 1216
Le R. P. COLIN. — Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive. 1219
M. von LEYDEN présente une brochure intitulée : « Ueber die parasitäre Theorie in der Aetiologie der Krebse » 1222

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. GEORGES MARIE. — Oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie 1222
M. PH. BUNAU-VARILLA présente un Mémoire : « Sur la solution du problème de Panama ». 1224

NOMINATIONS.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) pour l'année 1905 : MM. *Bornet, Gaudry, Giard, Perrier, Van Tieghem, Guignard, Delage* 1224
Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour l'année 1908 : MM. *Poincaré, Darboux, Maurice Levy, Émile Picard, Jordan, Appell, Humbert* 1224
Commission chargée de présenter deux questions de Grand Prix des Sciences physiques (prix du Budget) l'une pour l'année 1907 et l'autre pour l'année 1909 : MM. *Gaudry, Schlœsing, Van Tieghem, Troost, Moissan, Perrier, Mascart* 1225
Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1908 : MM. *Moissan, Gaudry, Perrier, Van Tieghem, Berthelot, Schlœsing, Troost* 1225
Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1909 : MM. *Berthelot, Darboux Poincaré, Gaudry, Troost, Mascart, Moissan* 1225
Commission chargée de présenter une question de prix Alhumbert pour l'année 1910 : MM. *Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Gaudry, Poincaré, Troost* 1225

CORRESPONDANCE.

M. le MAIRE DE LA VILLE DE LAMARCHE invite M. le Président de l'Académie à faire partie du Comité de patronage pour l'érection d'un monument au colonel Renard .. 1225
M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale l'Ouvrage suivant : « Icones Fungorum ad usum Sylloges Saccardianæ adcommodatæ », de *A.-N. Berlese* 1225
M. ERNEST ESCLANGON. — Observations de la comète Giacobini (1905 *a*) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux 1225
M. ALPHONSE DEMOULIN. — Sur les surfaces de Voss de la Géométrie non-euclidienne. 1226

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. Ed. Maillet. — Sur l'équation indéterminée $x^a + y^a = bz^a$ 1229
M. Georges Rémoundos. — Sur quelques points de la théorie des nombres et la théorie des fonctions..................... 1231
M. G. Urbain. — Sur un spectre nouveau observé dans la gadoline................ 1233
M. D. Gernez. — Sur la triboluminescence du sulfate de potassium................. 1234
M. Ponsot. — Volume spécifique d'un fluide, dans des espaces capillaires.............. 1236
MM. André Broca et Turchini. — Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence .. 1238
M. Philippe.-A. Guye. — Nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz liquéfiables à partir de leurs densités; poids atomiques des éléments constituants : hydrogène, azote, argon, chlore, soufre, carbone................................ 1241
M. A. Joannis. — Action du potassammonium sur le bromure de baryum......... 1243
M. G. Malfitano. — Sur les colloïdes chloroferriques.............................. 1245
M. C. Marie. — Réduction électrolytique des acides nitrocinnamiques............. 1248
M. Henri Dejust. — Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Son application pour déceler des traces de ce gaz dans l'atmosphère........................... 1250
M. Rœderer. — Sur le strontium ammonium.................................. 1252
M. G. Belloc. — Osmose au travers des tubes en silice.......................... 1253
M. Pinerua Alvarez. — Sur un nouveau composé osmieux et une réaction de l'osmium................................. 1254

Pages.

M. André Kling. — Action des alcalis sur les solutions aqueuses d'acétol........... 1256
M. Eug. Roux. — Sur la saccharification par le malt des amidons artificiels........... 1259
M. E. Chablay. — Action des métaux ammoniums sur les dérivés halogénés du méthane.................................. 1262
M. Paul Lebeau. — Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique; formation des amines primaires.......... 1264
MM. A. Trillat et Sauton. — Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait basé sur la recherche de l'ammoniaque................................ 1266
M. Fréd. Wallerand. — Sur les transformations polymorphiques par actions mécaniques................................ 1268
M. Cayeux. — Sur l'état de conservation des minéraux de la terre arable............. 1270
M. Noel Bernard. — Nouvelles espèces d'endophytes d'Orchidées................ 1272
M. Ch. Répin. — La culture de la morille.. 1274
MM. M. Doyon et J. Billet. — Action élective du chloroforme sur le foie........... 1276
MM. H. Guillemard et P. Vranceano. — Sur la toxicité des alcaloïdes urinaires.... 1277
M. Porcher. — Dosage du sucre dans le sang au moment de l'accouchement chez la chèvre sans mamelles................. 1279
MM. C. Vaney et F. Maignon. — Influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombix mori* aux dernières périodes de son évolution. Localisation du glycogène des graisses et des albumines solubles au cours de la nymphose................................ 1280
M. Marcel P.-S. Guédras adresse une Note : « Sur la nitro-caséine » 1283

Bulletin bibliographique.. 1283
Errata.. 1284

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 20 (15 Mai 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Potier,* s'exprime comme il suit :

Depuis notre dernière séance un grand deuil a frappé l'Académie des Sciences; notre confrère M. Potier, membre de la Section de Physique, a succombé mardi dernier à la suite d'une longue et douloureuse maladie qui le tenait éloigné de nous depuis plusieurs années.

Sorti de l'École Polytechnique en 1859, il entrait à l'École des Mines. En 1863 il était attaché au sous-arrondissement minéralogique de Paris, puis en 1867 au service de la Carte géologique détaillée de la France

Ingénieur des Mines, doué d'une prodigieuse activité jointe à une érudition qui était légendaire, M. Potier a fait de très nombreux relevés sur le terrain, et la Géologie lui est redevable de résultats d'un grand intérêt.

Jusqu'au moment de sa mise à la retraite comme inspecteur général, il est resté attaché au Service central de la carte géologique, et il a été, avec Munier-Chalmas, le conseil le plus compétent et le plus écouté au point de vue stratégraphique.

Mais ses travaux de prédilection, ceux auxquels il s'est plus spécialement consacré, et qui devaient lui valoir une réputation universelle, sont ses travaux de Physique mathématique et expérimentale.

On lui doit de belles recherches sur la théorie de la chaleur, sur l'entraînement des ondes lumineuses par la matière en mouvement, et sur diverses questions se rattachant à la lumière polarisée.

Il s'est occupé, avec passion, des applications de l'électricité et, à l'exposition internationale de 1881, il a pris une part très active aux travaux de la Commission chargée non seulement d'étudier les conditions de fonction-

nement des machines et appareils magnéto et dynamo-électriques, mais aussi de déterminer les moyens de mesurer l'énergie dépensée par ces machines et appareils.

Ces études devaient naturellement désigner M. Potier pour les conférences qu'à partir de 1887 on jugea utile de faire faire, à l'École des Mines, sur les applications industrielles de l'électricité ; et ces conférences furent si hautement appréciées qu'on y créa pour lui en 1893 une chaire d'électricité industrielle.

Répétiteur de Physique à l'École Polytechnique en 1867, il y était devenu professeur en 1881.

En 1891, M. Potier succéda à Edmond Becquerel comme membre de la Section de Physique de l'Académie des Sciences.

Son activité scientifique ne s'est pas ralentie depuis, malgré les souffrances physiques qui ne tardèrent pas à l'éprouver, et il continua à avoir une influence considérable sur le développement de l'industrie électrique. Les savants et les industriels ne manquaient d'ailleurs jamais de venir lui demander sur toutes les questions de Physique importantes son appréciation personnelle qui avait pour tous une valeur incomparable, et l'on était toujours assuré de trouver en lui le plus généreux appui quand on faisait appel à ses conseils et à son inépuisable bienveillance.

Ceux qui l'ont connu plus intimement ont pu apprécier son exquise bonté, le charme de ses entretiens, la rare élévation de son caractère et la puissance de son esprit ouvert à toutes les nouveautés scientifiques.

La disparition de M. Potier laissera un grand vide dans l'Académie et dans la Science française dont il était un des représentants les plus autorisés.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Perméabilité des vases de verre ;* par M. Berthelot.

I.

Les observations que j'ai faites sur les vases de silice fondue ou quartz (séances du 27 mars, du 3 avril, du 1er mai) m'ont conduit à examiner la perméabilité du verre, silicate amorphe, susceptible de se ramollir comme le quartz sous l'influence d'une élévation de température, avant de fondre, et en passant par des états comparables à ceux du caoutchouc ou des colloïdes solidifiés.

On sait d'ailleurs que l'état colloïdal est souvent transitoire ; les colloïdes, aussi bien que les précipités amorphes, se changeant peu à peu en cristaux.

Le verre maintenu pendant longtemps à une température un peu inférieure à celle de sa fusion devient opaque (porcelaine de Réaumur) et se dévitrifie.

La silice fondue se modifie aussi à la longue, dans ces conditions ; et elle se dévitrifie beaucoup plus rapidement, lorsqu'on la chauffe au chalumeau oxyacétylénique, dont la température est assez haute pour la volatiliser.

Quoi qu'il en soit, ces changements sont encore peu sensibles pendant la durée limitée du temps suffisant pour manifester la perméabilité des tubes de silice.

La perméabilité du verre, aussi bien que celle de la silice ramollie, est de l'ordre de celle des parois qui manifestent des propriétés osmotiques ; elle ne résulte pas de l'existence de trous ou de fissures visibles. Ce qui le prouve, d'une façon catégorique, c'est qu'après le refroidissement lent de mes tubes la pression des gaz intérieurs a été souvent trouvée réduite à moitié, souvent au tiers et même au quart de la pression atmosphérique extérieure, lorsque j'en ai cassé la pointe sous le mercure. Cette constatation a été faite notamment sur des tubes conservés après chauffage et maintenus à la température ordinaire pendant plusieurs jours. Elle a été contrôlée par quelques essais, avec des tubes pourvus d'une fissure presque imperceptible : au moment de leur ouverture, on a pu constater que la pénétration progressive de l'air extérieur avait rétabli dans le tube la pression atmosphérique. Il s'agit donc bien d'une perméabilité osmotique, comparable à celle qui a lieu à travers la paroi du caoutchouc ou des membranes animales. Cette pénétration s'exerce surtout lorsque la silice fondue, ou le verre, est ramolli par la chaleur et aminci, par l'effet d'une pression des gaz intérieurs supérieure à la pression atmosphérique. L'état de mollesse de la matière était tel, dans mes essais, que le réseau entrecroisé des fils d'une toile d'amiante entourant le tube s'y imprimait fortement, ainsi que le montrent plusieurs de ces tubes, qui cependant n'ont été nullement perforés et dont la paroi est demeurée absolument continue.

Un tube de quartz ou de verre, ainsi chauffé jusqu'à ramollissement, tend à se gonfler sous l'effort de la pression intérieure, jusqu'à ce qu'il prenne une capacité telle que cette pression approche d'équilibrer la pression atmosphérique extérieure. Toutefois la température n'étant pas uniforme dans le procédé de chauffage, l'épaisseur de la paroi amincie peut varier

entre des limites fort étendues, telles que $0^{mm},15$ à $0^{mm},22$ sur un point et $0^{mm},72$ à $0^{mm},74$ sur un autre, pour des tubes de verre. Disons encore qu'au bout de 2 heures de chauffe vers 600° à 650° le verre blanc des tubes fermés par un bout n'est pas encore devenu laiteux et dévitrifié, tandis que le verre d'Iéna se modifie beaucoup plus rapidement, lorsqu'il est maintenu vers 800°.

On sait que le mot *verre* désigne un grand nombre de variétés différentes. Je me suis borné à en examiner deux spécialités usitées dans les laboratoires :

1° Le verre blanc des tubes à essais ordinaires fermés par un bout. Ce verre commence à se ramollir vers 550° et il devient très plastique vers 650°, tout en résistant encore à des pressions intérieures surpassant de près d'une demi-atmosphère celle du milieu ambiant. J'ai signalé tout à l'heure les variations de son épaisseur, sans rupture.

2° Le verre spécial, moins fusible, désigné sous le nom de *verre d'Iéna*. Le ramollissement de ce verre devient bien sensible entre 700° et 750°, et il peut être maintenu pendant plus d'une heure entre 800° et 810° sans rupture. Les tubes fournis par le commerce étaient plus épais que les précédents, de $2^{mm},0$ à $2^{mm},2$. Après chauffage, les parties gonflées offraient une épaisseur réduite vers $0^{mm},95$ à $1^{mm},10$.

Le verre plombeux, dit *cristal*, est, au contraire, fusible à une température plus basse que le verre blanc; mais la réduction du plomb qu'il renferme par l'hydrogène et divers autres gaz m'a détourné de son emploi.

II.

Voici la liste de mes expériences, exécutées cette fois toujours avec refroidissement lent, à cause de la fragilité du verre.

A. Verre blanc.

(1). *Hydrogène*. — Pression initiale : $0^{m},364$. 1 heure : 525°-550°.

Capacité initiale du tube : $6^{cm^3},3$. Après chauffage : $6^{cm^3},5$.

Volume du gaz initial, réduit à 15° sous la pression normale : $2^{cm^3},95$.

Volume du gaz final : $2^{cm^3},94$.

Ainsi pas de variation sensible jusqu'à 550°.

(2). *Hydrogène*. — Pression initiale : $0^{m},3545$. 2 heures : 575°-600°.

Capacité initiale : $6^{cm^3},6$. Après chauffage : $8^{cm^3},4$. Accroissement : 27 pour 100.

Volume du gaz initial (réduit à 15°) : $3^{cm^3},12$.

Volume final (réduit) : $2^{cm^3},59$.

Le dernier gaz renfermait moins d'un centième d'azote.

La perte d'hydrogène est $0^{cm^3},53$; c'est-à-dire 17 pour 100.

(3). *Hydrogène.* — Pression initiale : $0^m,424$. 1 heure : 600°. Quelques minutes : 650°.

Capacité initiale : $5^{cm^3},3$. Après chauffage : $9^{cm^3},7$. Accroissement : $4^{cm^3},4$ ou 83 pour 100.

Volume du gaz initial (réduit) : $2^{cm^3},99$.

Volume final : $2^{cm^3},65$.

Azote : $0^{cm^3},11$ (après combustion eudiométrique).

Perte d'hydrogène : $0^{cm^3},34 + 0^{cm^3},11 = 0^{cm^3},45$; soit 15 pour 100.

Il y a eu pénétration d'azote simultanée.

(4). *Oxygène.* — Pression initiale : $0^m,374$. 2 heures : 575°-600°.

Capacité initiale : $6^{cm^3},9$; finale : $10^{cm^3},3$.

Volume du gaz initial : $3^{cm^3},42$. Gaz final : $3^{cm^3},40$.

Transpiration à peu près nulle à cette température.

(5). *Oxygène.* — Expérience simultanée. Gaz initial : $2^{cm^3},97$; final : $2^{cm^3},96$. Même conclusion.

(6). *Oxygène.* — Pression initiale : $0^m,391$. 2 heures à 650° (non jaugé).

	cm³
Volume du gaz initial	4,05
» final	3,78
Azote	0,055
Perte d'oxygène	0,32 ou 8 pour 100

Donc il y a transpiration sensible à 650°.

(7). *Carbone. Charbon de bois :* $0^g,010$. — Dans un tube vide [1], 600°-625°. 1 heure.

Le tube est complètement aplati par l'accollement de ses parois et il ne renferme aucun gaz. Le charbon est intact.

(8). *Carbone. Graphite :* $0^g,010$. — Expérience simultanée. Même résultat négatif.

[1] Dans les expériences faites avec la trompe à mercure, pour remplir ou évacuer les tubes, on doit éviter avec soin l'emploi des tubes de caoutchouc; à cause de leur perméabilité osmotique aux gaz atmosphériques et à cause aussi des traces d'humidité et de vapeurs hydrocarbonées qu'ils sont susceptibles de fournir.

(9). *Oxyde de carbone.*—Pression initiale : $0^{m},413$. 2 heures : 625°-650°. Capacité initiale : $6^{cm^3},8$. Finale : $11^{cm^3},6$.

Volume initial du gaz (réduit)...........	$3^{cm^3},68$
» final » »	$3^{cm^3},60$

Ce dernier renferme :

CO^2....................................	0,08
Azote....................................	0,21

Perte de CO : 0,37 ou 10 pour 100, dont 2 brûlés.

D'après ces données, l'azote et l'oxygène de l'air ont pénétré, suivant le rapport de 4 : 1 sensiblement.

B. Verre d'Iéna.

(1). *Hydrogène.* — Pression initiale : $0^{m},354$; demi-heure à 700°. Pas de déformation apparente. Puis, 1 heure : 750°-775°. Capacité initiale : $6^{cm^3},3$; après chauffage : $9^{cm^3},8$; accroissement : 55 pour 100.

Volume du gaz initial (réduit à 14°)........	$2^{cm^3},94$
Volume final............................	$2^{cm^3},68$

Dans ce gaz, azote $0^{cm},04$ (introduit par transpiration).

Perte d'hydrogène, $0^{cm^3},26 + 0^{cm^3},04 = 0^{cm},30$; soit 10 pour 100, à travers une paroi continue de 1^{mm} d'épaisseur.

(2). *Hydrogène.* — Pression initiale : $0^{mm},473$. Chauffé simultanément avec le précédent. Capacité initiale : $6^{cm^3},5$; après chauffage : $13^{cm^3},4$, c'est-à-dire doublée.

Volume du gaz initial (réduit).............	$4^{cm^3},05$
Volume final............................	$3^{cm^3},60$
Dans ce dernier, azote....................	$0^{cm^3},033$

Perte d'hydrogène : $0^{cm^3},45 + 0^{cm^3},03 = 0^{cm^3},48$, soit 12 pour 100.

Ce qui concorde avec le précédent.

(3). *Oxygène.* — Pression initiale : $0^{mm},386$. 1 heure 30 minutes : 790°-820°; capacité initiale : $9^{cm^3},79$; finale : $17^{cm^3},7$, presque doublée.

Volume du gaz initial (réduit).............	$4^{cm^3},96$
Volume final............................	$4^{cm^3},96$

Azote dans le gaz initial sur $10^{cm^3},0$: $0^{cm^3},04$, dans le gaz final : $0^{cm^3},04$.

Donc l'oxygène ne transpire pas encore dans ces conditions. La pression intérieure à la température la plus haute, d'après la capacité acquise, était voisine de la pression atmosphérique extérieure, mais un peu plus forte. L'épaisseur était devenue voisine de 1^{mm}.

(4). *Oxygène.* — Pression initiale : $0^{m},370$. 1 heure 30 minutes : 800°-810°. Capacité initiale : $11^{cm^3},0$; finale : $16^{cm^3},2$.

Volume de gaz initial......	5,3	renfermant	$Az = 0^{cm^3},02$
» final.......	5,0	»	$Az = 0^{cm^3},18$

Ces nombres indiquent un commencement de transpiration avec les gaz atmosphériques.

(5). *Oxygène.* — Expérience analogue. Pression initiale : $0^{m},547$; 2 heures : 800°-815°. Capacité initiale : $8^{cm^3},76$; finale : $20^{cm^3},0$. Volume du gaz initial réduit à 15° : $6^{cm^3},23$.

Le tube s'est fissuré, au niveau d'un fil de platine dont il était entouré sur un point. Après refroidissement, les gaz intérieurs étaient en équilibre avec l'atmosphère, en raison de cette fissure. L'analyse indique : azote, 13,20; oxygène, 6,80; rapports 66,6:33,4.

D'où il résulte qu'il restait dans le tube un excès dû à l'oxygène initial. En admettant que la fissure se soit produite au moment où la pression intérieure était la plus forte ($1^{atm},55$ environ), il a dû sortir $2^{cm^3},15$ d'oxygène (réduit à 15°), et rester $4^{cm^3},08$ de ce gaz.

D'autre part, l'air, ayant pénétré en masse par la fissure pendant le refroidissement, aurait introduit, d'après la dose d'azote trouvée, $3^{cm^3},45$ d'oxygène. D'après ces données, le résidu observé de l'oxygène initial serait $6,80 - 3,45 = 3,35$ au lieu de 4,08. Il aurait donc transpiré, soit avant la fissure, soit après, $0^{cm^3},63$, c'est-à-dire un dixième environ; résultat qui ne saurait être donné que comme une simple indication et sous toute réserve, à l'appui d'ailleurs de l'expérience (4).

En tout cas, vers 800°-820°, nous serions vers la limite où commence la transpiration de l'oxygène, sous une épaisseur voisine de 1^{mm} et une pression supérieure à la pression atmosphérique.

(6). *Carbone. Charbon de bois.* — $0^{g},010$. Vide. 2 heures : 775°-800°. Capacité initiale : 8^{cm^3}.

Tube complètement aplati par l'accolement des parois opposées. Pénétration de gaz nulle. Charbon inaltéré.

(7). *Carbone. Graphite.* — $0^g,010$. Expérience simultanée. Résultat pareil.

(8). *Oxyde de carbone.* — Pression initiale : $0^m,5465$. 1 heure : 800°-810°.

Capacité initiale...........	$9^{cm^3},43$	Finale..........	$20^{cm^3},3$
Volume du gaz initial réduit.	$6^{cm^3},73$	Final..........	$6^{cm^3},50$
Gaz final : acide carbonique..........			traces
» azote..........			$0^{cm^3},08$
Le gaz initial renfermait sur $10^{cm^3},0$: azote..........			$0^{cm^3},03$

Il a donc pénétré un peu d'oxygène, qui s'est changé en acide carbonique, et un peu d'azote, comme avec le verre blanc.

Il résulte de ces expériences que la paroi des vases de verre, aussi bien que celle des vases de silice fondue, est perméable aux gaz, lorsqu'ils sont maintenus à une température de ramollissement et susceptibles d'échanger, par voie osmotique, les gaz qu'ils renferment avec les gaz atmosphériques; c'est-à-dire dans les conditions où ils conservent une continuité de et une élasticité comparables à celles d'une paroi de caoutchouc, ou d'une membrane colloïdale gonflée par une pression gazeuse intérieure.

L'intervention dans les phénomènes courants de la Chimie et de la Physique de semblables phénomènes n'a guère été soupçonnée jusqu'ici. Mais désormais, il semble que, en fait, la pénétration et la dissipation des gaz, intérieurs ou extérieurs aux vases réputés clos, tels que l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, l'hélium, les émanations des corps radioactifs, devront être suspectées toutes les fois que les vases de verre, de silice, de terre, de porcelaine *même vernissée*, auront été portés à une température voisine de leur ramollissement; ce qui arrive, par exemple, dans les analyses organiques, dans la réduction des métaux par l'hydrogène, dans les mesures des hautes températures au moyen des thermomètres à gaz, dans les déterminations de poids atomiques, etc.

ACOUSTIQUE. — *Propagation des sons musicaux dans un tuyau de* 3^m *de diamètre.* Note de MM. **J. Violle** et **Th. Vautier.**

Dans des Notes déjà anciennes [1] nous avons soumis à l'Académie les premiers résultats de nos expériences relatives à la propagation du son à

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1402, et t. CXXI, p. 51.

l'intérieur d'un long tuyau cylindrique de 3^m de diamètre, s'étendant en ligne droite sur une longueur de 2922^m entre Argenteuil et Cormeilles, et fermé à ses deux extrémités par des cloisons sur lesquelles le son venait alternativement se réfléchir.

Nous examinerons aujourd'hui particulièrement ce qui concerne les sons musicaux.

I. Le premier fait à noter est la conservation des propriétés acoustiques du son à grande vitesse. La *portée* dépend d'ailleurs de la hauteur du son : les sons aigus portent beaucoup moins loin que les sons graves. Tandis que l'ut_{-1} (32^{vd}) de la grande flûte d'orgue de 16 pieds s'entend nettement après un parcours de plus de 25^{km}, le $ré_7^\flat$ (4400^{vd}) n'est déjà plus, à 1800^m, qu'un bruit sans caractère musical, qui s'éteint quelques cents mètres plus loin.

La nature de l'instrument, le mode d'émission du son influent d'ailleurs beaucoup sur les résultats qui ne se prêtent guère à une analyse rigoureuse.

On peut cependant remarquer que, sur toute l'étendue de l'échelle musicale, la portée d'un son dans notre tuyau s'est montrée en raison inverse de la racine carrée du nombre de ses vibrations. Si, en effet, nous désignons par n le nombre des vibrations rapporté à celui de ut_{-1} et par p la portée estimée en doubles longueurs du tuyau $c = 5844^m$, nous avons (1) :

	n.	$\sqrt{n}$.	p.	$p\sqrt{n}$.
ut_{-1}	1	1	4,..	4,..
ut_1	2	1,414	3	4,24
mi_2	5	2,236	2	4,47
mi_4	20	4,472	1	4,47
$la^\flat_6$	102	10,1	0,43	4,34
		Moyenne..................		4,30

D'après la théorie de Kirchhoff, développée par lord Rayleigh (2), l'intensité du son dans un tuyau cylindrique varie avec la distance x comme

(1) Au degré d'exactitude de ces mesures, la diminution de portée correspondant à l'affaiblissement dû à chaque réflexion, affaiblissement petit, mais certain, n'a pas d'influence appréciable.

(2) LORD RAYLEIGH, *Theory of Sound*, second edition, § 348.

l'exponentielle $e^{-2m'x}$, où $m' = \frac{\sqrt{n}\gamma'}{\sqrt{2ar}}$. D'autre part, on sait que les intensités des différents sons musicaux sont réglées par les facteurs d'instruments de manière à affecter de même notre oreille. Il est logique d'admettre que, s'ils sont également affaiblis, ces divers sons restent pour nous également puissants. La distance p à laquelle un son musical cessera d'être perceptible sera donc déterminée par la relation

$$m'p = \text{const.}, \qquad \text{ou} \qquad p\sqrt{n} = \text{const.},$$

ce qui est précisément le résultat fourni par l'expérience. Cette concordance n'est pas sans intérêt.

II. Biot, faisant jouer des airs de flûte à l'une des extrémités d'un canal disposé dans la conduite d'Arcueil, avait trouvé que, malgré l'imperfection des sons aigus, ces airs « se transmettaient à l'autre extrémité (distante de 951^{m}) sans altération dans les intervalles des différentes intonations ».

Regnault, au contraire, avec l'assistance de Kœnig, s'aidant de résonateurs, avait cru reconnaître que « la vitesse apparente des sons aigus est sensiblement moindre que celle des sons graves ».

Ayant à notre disposition d'habiles instrumentistes, nous avons fait émettre des sons dans les conditions variées que présentent les exécutions musicales : sons isolés (notes tenues et coups de langue des cuivres, notes filées et pizzicati des instruments à archet); sons se succédant suivant divers dessins mélodiques (arpèges, batteries et, par préférence, d'une note grave à une note très élevée); sons simultanés de deux instruments (octaves, arpèges en tierce ou en sixte); etc.

Au retour de ces sons, on n'a dans aucun cas constaté aucune altération autre qu'un affaiblissement croissant avec la distance jusqu'à l'extinction des propriétés acoustiques. Tant que les sons persistent, le rythme, la hauteur, le timbre même se conservent.

Il n'en importait pas moins d'aborder la mesure directe de la vitesse avec laquelle se propagent les différents sons musicaux, graves ou aigus. La conservation de leurs propriétés acoustiques à l'intérieur de notre vaste tuyau nous permettait de tenter cette mesure jusqu'ici irréalisable.

Nous devions, il est vrai, renoncer à enregistrer automatiquement des sons de cette nature. Mais nous pouvions pointer le moment de leur perception par l'oreille au moyen d'un toc du doigt sur une sorte de clavier relié électriquement à un signal Deprez, dont le mouvement s'inscrivait

sur un cylindre tournant en même temps que les vibrations d'un diapason chronométrique et que les secondes successives d'une horloge astronomique.

Quelle précision comporte ce procédé? Afin de le savoir, deux sortes de mesures ont été effectuées :

1° A chaque série d'expériences sur les sons musicaux dans le tuyau, on a pointé également au toc les passages du son du pistolet, enregistrés d'autre part automatiquement au moyen de la capsule Marey. Quinze comparaisons ainsi effectuées ont donné comme valeur moyenne du retard afférent au pointage par le toc $0^s,16$, l'écart moyen (moyenne des écarts faite sans avoir égard au signe) des observations particulières sur ce retard moyen étant $0^s,038$.

2° On a fait ensuite au laboratoire une cinquantaine d'expériences consistant à pointer au toc, avec le même appareil qu'à Argenteuil, les sons émis par un harmonium que l'on avait disposé de façon à lui faire marquer automatiquement sur le cylindre de cet appareil (par un signal électromagnétique) le moment où le son était émis. Le retard moyen du pointage au toc sur l'instant exact de l'émission s'est montré de $0^s,33$, l'écart moyen des observations particulières sur ce retard moyen étant $0^s,033$.

Que le retard moyen du pointage d'un son musical, qui n'atteint que progressivement sa pleine intensité, surpasse le retard dans le pointage du son bref du pistolet, cela n'est point pour surprendre. Le fait important, c'est que l'écart moyen est très sensiblement le même dans les deux cas, $0^s,033$ d'après les expériences les plus sûres. L'écart moyen d'un intervalle de temps mesuré par deux tocs successifs sera au maximum le double de l'écart moyen d'un seul toc, soit $0^s,066$.

Considérons maintenant les mesures relevées à Argenteuil. Elles sont résumées dans le Tableau ci-contre :

NOTES.	FLUTE D'ORGUE 16 pieds. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	3e parcours.	Nombre d'expériences.	SARRUSSOPHONE K. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	SARRUSSOPHONE G. 1er parcours	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	3e parcours.	Nombre d'expériences.
ut_{-1}	$17^s,36$	3	$17^s,34$	3	$17^s,39$	2	$17^s,37$	10	$17^s,38$	7	.	.	.	.	.	.
$ré_{-1}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$17^s,37$	4	$17^s,39$	3	.	.
mi_{-1}	.	.	.	.	.	.	17,43	1	17,37	1	17,38	2	17,39	2	.	.
fa_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,38	7	17,33	2	.	.
sol_{-1}	.	.	.	.	.	.	17,38	1	.	.	17,37	1	17,40	1	.	.
la_{-1}	.	.	.	.	.	.	17,29	3	17,33	1	17,36	8	17,40	4	$17^s,43$	1
ut_1	.	.	.	.	.	.	17,38	1	17,33	2	17,41	4	17,39	1	.	.
mi_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
la_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
si_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
la_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
si_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$ré_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$la\flat_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TEMPS MOYENS par instrument.	17,36	3	17,34	3	17,39	2	17,36	16	17,37	11	17,38	26	17,38	13	17,43	1
	$17^s,36$ (8)						$17^s,36$ (27)				$17^s,38$ (40)					

NOTES.	CONTREBASSE. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	HÉLICON. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	3e parcours.	Nombre d'expériences.	BASSE. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.
ut_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$ré_{-1}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_{-1}	$17^s,38$	6	$17^s,38$	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
la_{-1}	17,38	4	17,39	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_1	17,37	7	17,37	2	$17^s,35$	1	$17^s,42$	1	.	.	.	.	.	.
mi_1	.	.	.	.	17,38	4	17,34	4	.	.	.	.	.	.
fa_1	17,37	6	17,33	1	17,37	3	17,33	3	.	.	.	.	.	.
sol_1	.	.	.	.	17,36	4	17,34	4	$17^s,42$	4	$17^s,36$	2	$17^s,39$	1
la_1	.	.	.	.	17,34	1	17,37	1	17,32	1	17,38	3	17,32	3
si_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,31	2	17,33	2
ut_2	17,40	3	17,34	2	17,38	2	17,29	2	.	.	17,37	12	17,33	9
mi_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,42	2	.	.
fa_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,37	1	.	.
sol_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,39	1	17,49	1
la_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,38	1	17,44	1
si_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,41	1	17,41	1
ut_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,44	3	.	.
$ré_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,41	2	.	.
mi_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17,35	8	17,36	7
sol_3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$la\flat_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TEMPS MOYENS par instrument.	17,38	26	17,36	9	17,37	15	17,34	15	17,40	5	17,37	38	17,35	25
	$17^s,37$ (35)				$17^s,36$ (35)						$17^s,36$ (63)			

NOTES.	GONGS. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	3e parcours.	Nombre d'expériences.	TROMPETTE EN UT. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	TROMPETTE EN FA. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	PISTON 1er parcours.	Nombre d'expériences.	CLOCHE 1er parcours.	Nombre d'expériences.
ut_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
$ré_{-1}$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
la_{-1}	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
la_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
si_1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
mi_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fa_2	$17^s,36$	2	$17^s,40$	2	$17^s,28$	1	.	.	.	.	.	.	.	.
sol_2	17,40	1	17,34	1	.	.	$17^s,47$	3	$17^s,42$	1	.	.	.	.
la_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
si_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ut_3	.	.	.	.	.	.	17,35	4	17,41	2	.	.	.	.
$ré_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$17^s,37$	5	.	.
mi_3	.	.	.	.	.	.	17,42	5	17,50	1	.	.	.	.
sol_3	.	.	.	.	.	.	17,31	2	17,51	1	.	.	.	.
$la\flat_3$	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	$17^s,33$	2
ut_4	.	.	.	.	.	.	17,36	5	17,36	2	.	.	.	.
mi_4	.	.	.	.	.	.	17,37	1	17,42	1	.	.	.	.
TEMPS MOYENS par instrument.	17,37	3	17,38	3	17,28	1	17,39	20	17,42	8	17,37	5	17,33	2
	$17^s,36$ (7)						$17^s,39$ (33)						$17^s,33$ (2)	

NOTES.	TEMPS MOYEN PAR NOTE. 1er parcours.	Nombre d'expériences.	2e parcours.	Nombre d'expériences.	3e parcours.	Nombre d'expériences.	Parcours total.	Nombre d'expériences.	PAR OCTAVE. Parcours total.	Nombre d'expériences.
ut_{-1}	$17^s,37$	13	$17^s,37$	10	$17^s,39$	2	$17^s,37$	25		
$ré_{-1}$	17,37	4	17,39	3	.	.	17,38	7		
mi_{-1}	17,40	3	17,38	3	.	.	17,39	6	$17^s,37$	81
fa_{-1}	17,38	13	17,36	4	.	.	17,38	17		
sol_{-1}	17,38	2	17,40	1	.	.	17,38	3		
la_{-1}	17,35	15	17,38	7	17,43	1	17,36	23		
ut_1	17,38	13	17,37	6	.	.	17,38	19		
mi_1	17,38	4	17,34	4	.	.	17,36	8		
fa_1	17,37	9	17,33	4	.	.	17,36	13		
sol_1	17,36	6	17,35	5	17,42	4	17,37	15	17,36	68
la_1	17,37	4	17,33	4	17,32	1	17,35	9		
si_1	17,31	2	17,33	2	.	.	17,32	4		
ut_2	17,37	17	17,33	13	.	.	17,35	30		
mi_2	17,42	2	.	.	.	.	17,42	2		
fa_2	17,36	3	17,40	2	17,28	1	17,36	6	17,37	50
sol_2	17,44	6	17,42	2	.	.	17,43	8		
la_2	17,38	1	17,44	1	.	.	17,41	2		
si_2	17,41	1	17,41	1	.	.	17,41	2		
ut_3	17,39	9	.	.	.	.	17,39	9		
$ré_3$	17,38	7	.	.	.	.	17,38	7		
mi_3	17,38	14	17,36	7	.	.	17,38	21	17,38	42
sol_3	17,38	3	.	.	.	.	17,38	3		
$la\flat_3$	17,33	2	.	.	.	.	17,33	2		
ut_4	17,36	7	.	.	.	.	17,36	7	17,37	9
mi_4	17,39	2	.	.	.	.	17,39	2		

Moyenne générale des 250 nombres : $17^s,37$.

Écart moyen : $\pm 0^s,047$.

Il suffit d'un coup d'œil jeté sur ce Tableau pour constater qu'il n'y a aucune tendance à une variation systématique des nombres, soit quand on parcourt l'échelle des sons successifs ([1]), soit quand on change d'instrument pour une même note.

L'écart moyen des 250 nombres observés par rapport à leur moyenne est $0^s,047$, de l'ordre de grandeur voulu par les mesures d'écart rapportées plus haut.

Si nous rapprochons pour quelques notes les moyennes de toutes les observations sans distinction d'instruments ni de parcours, nous pouvons dresser le petit Tableau qui suit :

ut_{-1} = 1........	$\overset{s}{17},37$	(25 expériences	avec 2	instruments	sur 3 c)	
ut_1 = 2........	17,38	(19	» 4	»	2 c)	
ut_2 = 4........	17,35	(30	» 3	»	2 c)	
ut_3 = 8........	17,38	(18	» 3	»	2 c)	([2])
ut_4 = 16........	17,36	(7	» 2	»	1 c)	
mi_4 = 20........	17,39	(2	» 2	»	1 c)	
Moyenne........	17,37					

L'écart de ces nombres relativement à leur moyenne (prise indépendamment du nombre d'expériences dont ils résultent) ne dépasse pas $0^s,02$; l'écart moyen est $0^s,01$. Nous pouvons donc dire que :

A l'intérieur d'un tuyau de 3^m de diamètre, la vitesse des différents sons musicaux est la même, à moins de $\frac{1}{1000}$ près, dans toute l'étendue de l'échelle musicale comprise entre ut_{-1} et mi_4, la hauteur variant de 1 à 20.

III. On se rappelle la modalité singulière qu'affecte le son après un certain parcours dans notre large tuyau.

Qu'un instrument lance une note dans le tuyau à Argenteuil, le son s'enfuit vers Cormeilles, s'y réfléchit, revient à Argenteuil, où l'on entend d'abord la note émise, puis séparément un certain nombre d'harmoniques de cette note qui se succèdent à des intervalles courts mais distincts de l'harmonique le plus élevé au plus grave.

On n'a entendu aucun harmonique supérieur au sol_4 un peu plus élevé

([1]) On n'a pas à s'occuper ici de ce que les sons aigus sont moins ralentis par l'effet de la paroi que les sons graves, les mesures n'étant pas assez précises pour déceler la différence qui en résulte dans les durées de propagation.

([2]) La basse, qui n'a pas donné le deuxième retour sur ut_3, l'a donné sur mi_3 (7 expériences) comme elle l'avait donné sur la_2 et si_2 (2 expériences); la moyenne de ces 9 expériences, $17^s,37$, peut donc être admise pour un deuxième retour sur ut_3, à joindre au premier retour $17^s,39$, moyenne aussi de 9 expériences.

lui-même qu'on aurait pu le supposer d'après ce que nous avons dit sur la portée des sons.

L'harmonique le plus grave qui soit revenu est le *ré*$_2$, conformément à la théorie que M. Brillouin a donnée du phénomène considéré comme dû à des ondes planes non uniformes.

En pointant au toc après chaque son musical tous les harmoniques perceptibles, nous avons pu déterminer les retards de ces harmoniques relativement au son fondamental.

Malgré certains écarts notables, provenant manifestement des variations dans le mode d'émission, les 350 nombres ainsi obtenus sont en somme assez concordants pour établir que :

La durée de propagation d'un son harmonique est indépendante de la hauteur du son fondamental initial, ainsi que de la nature de l'instrument employé.

Quant à la manière dont varie le retard d'un harmonique sur le son fondamental, tant avec la longueur d'onde de cet harmonique qu'avec la distance, elle reste un peu incertaine. Un certain temps est sans doute nécessaire à l'organisation des trains d'ondes, susceptibles de se modifier en route. Pour saisir toutes les circonstances du phénomène il faudrait opérer dans des conditions invariables, le son étant émis par un procédé mécaniquement déterminé, indépendant du souffle de l'homme, ce qui ne paraît pas irréalisable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les menthones et menthols obtenus par la réduction de la pulégone par l'action catalytique du nickel réduit.* Note de MM. A. **Haller** et C. **Martine**.

Comme le montrent leurs formules respectives, la pulégone et la menthone ont une structure analogue, mais la dernière de ces molécules est saturée et diffère de la première par deux atomes d'hydrogène en plus.

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
H^2C & & CH^2 \\
H^2C & & CO \\
 & C & \\
 & \| & \\
 & C & \\
CH^3 & & CH^3
\end{array}
\qquad\qquad
\begin{array}{ccc}
 & CH^3 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
H^2C & & CH^2 \\
H^2C & & CO \\
 & CH & \\
 & | & \\
 & CH & \\
CH^3 & & CH^3
\end{array}
$$

Pulégone. Menthone.

Les relations entre ces deux cétones cycliques sont justifiées par l'observation de MM. Beckmann et Pleissner (¹) qui, en traitant une solution alcoolique d'hydrobromure de pulégone par de la poudre de zinc, ont réussi à la transformer en menthone, observation qui a été confirmée par l'un de nous (²).

Quant à l'alcool saturé correspondant, il fut obtenu par les mêmes auteurs en faisant agir à plusieurs reprises le sodium soit sur la menthone, soit sur la pulégone elle-même en solution dans un liquide indifférent comme l'éther. Dans les deux cas, on a recueilli, à côté de quantités plus ou moins abondantes de menthopinacone et de résines, un mélange de menthols duquel on n'a pu isoler que le menthol naturel caractérisé par un benzoate fondant à 53°-54°. Ces relations sont encore corroborées par le fait que la β-méthylcyclohexanone, produit de dédoublement de la pulégone sous l'influence de l'eau, donne naissance à de la menthone, quand on traite son dérivé sodé par de l'iodure d'isopropyle (³). Cette menthone, par réduction ultérieure, a également été convertie en menthol.

Dans le but d'éviter, dans la réduction de la pulégone, la formation de produits résineux, et aussi pour nous rendre compte si, au cours de cette réduction, il se forme plusieurs menthols, nous avons appliqué à cette cétone la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens et avons réussi à l'additionner directement soit de 2^{at}, soit de 4^{at} d'hydrogène, suivant les conditions de l'expérience.

Dans le premier cas, nous avons obtenu une ou plusieurs cétones saturées correspondant aux diverses menthones et, dans le second, un mélange de *menthols*.

Pour rappeler l'origine de ces produits, nous les désignerons provisoirement sous les noms de *pulégomenthones* et de *pulégomenthols*, en attendant que nous ayons complètement élucidé la nature des différents isomères et stéréoisomères qu'ils renferment.

Pulégomenthones : $C^{10}H^{18}O$. — MM. Sabatier et Senderens (⁴) ont montré que, aux environs de 200°, le nickel divisé agit sur les alcools primaires et secondaires pour les transformer respectivement en aldéhydes et cétones.

(¹) Beckmann et Pleissner, *Lieb. Ann. Chem.*, t. CCLXII, p. 30.

(²) C. Martine, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. III, p. 115.

(³) A. Haller et C. Martine, *Comptes rendus*, t. C.

(⁴) Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 981-983.

Il nous était donc indiqué d'opérer à cette température pour obtenir les *pulégomenthones*.

Des essais d'hydrogénation effectués dans les limites de 200° à 220° ont confirmé cette prévision.

Mais, de notre côté, nous avons observé, en chauffant dans un courant d'hydrogène un certain nombre de composés à fonction éthylénique et cétonique, que, même dans les conditions les plus favorables pour la réduction de cette dernière fonction, la double liaison est beaucoup plus énergiquement atteinte que le groupement CO (¹). Nous avons, dès lors, pensé qu'il pouvait être possible, en augmentant simplement la vitesse d'écoulement de la pulégone, d'obtenir que toute l'énergie d'une masse donnée de nickel soit employée à la fixation de l'hydrogène sur la double liaison et d'éviter ainsi, même si la température est celle qui convient pour la production de l'alcool, la formation de ce composé. Nous avons vérifié cette hypothèse.

A des températures variant de 140° à 160° et en donnant à la pulégone une vitesse d'écoulement 25^g à 30^g par heure, nous avons pu obtenir avec une colonne de ponce nickelée de $0^m,50$ de longueur (nous nous étions assurés au préalable que le nickel réduisait très bien les fonctions cétoniques) un liquide parfaitement exempt de pulégone et ne renfermant que des traces de pulégomenthols.

La quantité de substance ainsi transformée n'est pas supérieure à celle qui peut être traitée aux températures de 200°-220°, mais on évite par ce moyen de voir se former des goudrons qui bientôt paralyseraient l'activité des catalyseurs.

Le procédé qui nous a paru préférable pour la purification de la pulégomenthone, et qui convient aussi bien lorsqu'on soupçonne la présence de traces d'alcools que de petites quantités de pulégone, est basé sur cette observation que, contrairement à ces composés, la menthone n'est attaquée, par le permanganate de potasse à 0°, qu'après un contact prolongé.

Qu'elle ait été préparée à 200° ou à 150° la pulégomenthone paraît être la même dans les deux cas. Elle bout à 94°-95° sous 16^{mm} de pression et

(¹) Ce fait avait déjà été observé sur certaines cétones non saturées, par M. Darzens (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 152). Il concorde avec l'observation faite jadis par l'un de nous sur le benzylidènecamphre et analogues qui, par réduction au moyen de l'amalgame de sodium, fournissent des alcoylcamphres et non des alcoylbornéols (A. HALLER, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1493; t. CXIII, p. 23).

dévie à droite le plan de la lumière polarisée. Cette déviation est faible et quelque peu variable suivant les échantillons. Nous l'avons trouvée comprise, pour $l = 100^{mm}$, entre $\alpha_D = +5°$ et $+8°$. Cette cétone se combine à l'hydroxylamine, mais son oxime reste huileuse. Sous l'influence de l'acide chlorhydrique sec, elle se condense avec l'aldéhyde benzoïque pour donner une hydrochlorobenzylidènementhone identique à celle que fournit la menthone provenant du menthol naturel. Point de fusion : 140°. Pouvoir rotatoire en solution à 6,9 pour 100 dans le chloroforme $[\alpha]_D = -50°43$.

Nous pensons cependant que cette pulégomenthone est constituée par un mélange de menthones, et nous poursuivons son étude en vue de fixer ce point.

Pulégomenthols $C^{10}H^{20}O$. — Les températures qui nous ont paru le plus convenables pour réaliser, au sein de l'appareil de MM. Sabatier et Senderens, la fixation de 4 atomes d'hydrogène sont celles de 150° à 160°. Mais en raison de la résistance de la fonction cétonique à l'hydrogénation, il est nécessaire de prolonger l'action du catalyseur et pour cela de réduire notablement la vitesse d'écoulement de la pulégone.

Nous avons cependant pu, avec une colonne de ponce nickelée de $0^m,50$ de longueur, transformer intégralement 10^g à 12^g par heure de pulégone en pulégomenthols.

Le produit brut possède l'odeur et la saveur du menthol naturel, avec toutefois une arrière odeur de moisi; c'est un liquide de pouvoir rotatoire faible, compris, pour l'échantillon que nous avons examiné, entre $\alpha_D = +6°$ et $\alpha_D = +8°$ ($l = 100^{mm}$). Il distille à peu près entièrement (95 à 97 pour 100) de 107° à 109° sous 16^{mm} de pression. Par réfrigération dans un mélange de glace et de sel, ce liquide se prend en une bouillie cristalline qui peut être essorée à froid. Les cristaux ainsi séparés sont soumis à une série de cristallisations par réfrigération de leur solution dans du pétrole léger. Nous avons ainsi obtenu :

a. Un *menthol identique* au menthol naturel. Point de fusion : 43°-44°. En solution alcoolique à 4 pour 100 : $\alpha_D = -1°52'$, d'où $[\alpha]_D = -46°40'$.

b. Un *pulégomenthol* α [1] fondant à 84°-85°, soluble dans tous les dissolvants organiques usuels et possédant une odeur beaucoup moins fraîche

---

(1) Le point de fusion de ce menthol se rapproche de celui de l'isomenthol (78°-81°) de Beckmann (*Journ. f. praktische Chemie,* t. LV, p. 29). Il est de plus dextrogyre comme celui du savant allemand $[\alpha] = +2°03'$.

que celle du menthol ordinaire [1]. En solution alcoolique à 4 pour 100 : $\alpha_D = +1°12'$, d'où $[\alpha]_D = +30°$. En solution alcoolique à 20 pour 100 : $\alpha_D = +4°38'$, d'où $[\alpha]_D = +23°10'$.

Le produit huileux restant après extraction de ces cristaux est chauffé pendant quelques heures au bain-marie avec de l'anhydride phtalique et transformé ainsi intégralement en éthers phtaliques acides. Ces éthers, soumis à une série de cristallisations fractionnées dans l'alcool, fournissent :

1° Un phtalate acide fondant à 104°-105° qui correspond au pulégomenthol α fondant à 84°-85°. En solution alcoolique à 4,724 pour 100 : $\alpha_D = +1°18'$, d'où $[\alpha]_D = +27°30'$. Ce phtalate est soluble dans l'éther, l'alcool, la benzine, le chloroforme, un peu soluble dans l'éther de pétrole bouillant.

2° Un phtalate fondant à 125° qui correspond au menthol naturel. Pour une solution alcoolique à 7,5 pour 100 : $\alpha_D = -7°$, d'où $[\alpha]_D = -93°2'$.

3° Un phtalate acide fondant à 137°-138°, également soluble dans l'éther, l'alcool, la benzine, le chloroforme, mais à peu près insoluble dans l'éther de pétrole. Pour une solution alcoolique à 7,5 pour 100 : $\alpha_D = +0°40'$, d'où $[\alpha]_D = +8°53'$.

Comme les précédents, ce phtalate est très facilement saponifié à la température du bain-marie par la potasse aqueuse très étendue.

c. L'alcool ainsi régénéré bout à 212°-212°,5 (corr.); il possède la composition du menthol. Nous le désignerons sous le nom de *pulégomenthol* β.

C'est un liquide sirupeux qui perd toute mobilité quand on le refroidit dans un mélange de glace et de sel, mais ne montre cependant aucune tendance à cristalliser. Pour une longueur de 100^mm et à 14°, son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = +2°,6$.

Nous nous proposons de continuer l'étude de ces différents menthols et de les comparer avec ceux qu'on obtient, soit par hydrogénation des menthones naturelles, soit par hydrogénation des menthones synthétiques. Nous avons également réduit par le procédé de MM. Sabatier et Sanderens :

La *carvone*, qui nous a fourni un mélange de dihydrocarvols bouillant à 216°-218° sous la pression normale et donnant une phényluréthane fondant à 107°-108°.

---

[1] MM. A. Werner et Conrad ont constaté des différences d'odeur semblables avec les éthers méthyliques des acides transhexahydrophtaliques droit et gauche (*Ber. deut. Chem. Ges.*, t. XXXII, p. 3052).

La *thuyone*, qui nous a donné le thuyol, bouillant à 209°-210° sous la pression normale.

Le *citronnellol*, qui a été converti en dihydrocitronnellol, bouillant à 109°-111° sous 15mm. Nous avons préparé l'éther pyruvique de cet alcool; il distille à 144°-146° sous 13mm et donne une semicarbazone fondant à 124°-125°.

Le *terpinéol*, fusible à 35°, qui, réduit à la température de 150°, nous a fourni de l'hexahydrocymène.

L'étude de tous ces composés est poursuivie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des empois de fécule.* Note de MM. **L. Maquenne** et **Eug. Roux**.

On admet d'ordinaire que le grain d'amidon, abstraction faite d'une petite quantité d'amylocellulose, d'une trace de matières azotées et de principes minéraux, est chimiquement homogène et que les couches superposées qui s'y observent diffèrent seulement par leur état d'agrégation physique, qui modifie leur perméabilité et, par conséquent, leur résistance aux divers réactifs. On admet également que la faculté de fournir des mucilages plus ou moins consistants est un caractère spécifique de la matière amylacée et que la liquéfaction des empois constitue la première étape de leur saccharification.

C'est au moyen de ces hypothèses que l'on explique toutes les particularités de l'action de l'iode, des acides ou de l'extrait de malt sur l'amidon naturel; l'étude que nous poursuivons depuis déjà plusieurs années sur la rétrogradation des empois de fécule, l'amylocellulose et les amidons artificiels (1) nous a montré qu'elles sont l'une et l'autre inexactes. Loin d'être homogène le grain d'amidon est un mélange de corps doués de propriétés chimiques absolument différentes qui, dans tous les cas, réagissent chacun pour leur compte, comme s'ils étaient seuls, dont l'existence enfin va nous conduire à modifier profondément les théories classiques qui touchent à la constitution et à la saccharification des amidons naturels.

---

(1) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 88, 797 et 1266; t. CXXXVIII, p. 213 et 375; *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XXIX, p. 1218, et *Annales de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. II, p. 109. — Roux, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 440, 943 et 1259; *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 471.

I. *L'amidon naturel est un mélange d'amylocellulose et d'une matière mucilagineuse non amylacée.* — 1. D'après son mode de préparation l'amidon artificiel n'est autre chose que de l'amylocellulose purifiée; or, nous avons récemment fait voir qu'il donne avec le malt de 96 à 98 pour 100 de maltose, tandis que la fécule ordinaire n'en fournit, dans les mêmes conditions, que 82 pour 100.

Supposant que cette différence tient à la présence, dans la fécule, d'un corps non saccharifiable qui est éliminé partiellement dans la préparation de l'amidon artificiel, nous avons essayé de purifier celui-ci davantage en le dissolvant dans l'eau, le laissant rétrograder et le soumettant encore à l'action du malt.

Après trois traitements de ce genre 10^{g} d'un amidon artificiel peu soluble, obtenu par précipitation de l'amylocellulose dissoute dans l'eau à 150°, nous ont donné $4^{g},7$ d'un produit qui, saccharifié en solution limpide à 56°, a fourni 102 de maltose pour 100 de matière sèche.

Ce résultat, très voisin du nombre 105 qu'indique la théorie, dans l'hypothèse d'une transformation complète en maltose, nous donne la preuve que les traitements dont nous venons de parler conduisent à une purification de l'amidon initial; il montre en outre qu'il est possible d'obtenir la matière amylacée sous une forme telle que les diastases du malt la convertissent entièrement en sucre.

Si enfin on observe que ces modifications résultent uniquement de l'action de l'eau et de l'amylase sur l'empois de fécule, sans que jamais celui-ci se soit trouvé en contact avec quelque réactif susceptible de l'attaquer profondément, ainsi qu'il arrive dans la préparation des amidons solubles de Nægeli ou de Salomon, on ne peut s'empêcher d'en conclure que la matière amylacée naturelle est un mélange ou une combinaison instable qui, sous les influences précitées, se dédouble en un produit entièrement transformable en maltose, l'amylocellulose proprement dite, et une autre matière qui ne fournit pas de sucre sous l'action du malt.

La fécule, ne donnant, dans les conditions les plus avantageuses, que 80 à 82 pour 100 de maltose, renferme donc une même proportion d'amylocellulose, et non $\frac{3}{100}$ seulement, comme on l'admettait jusqu'ici.

2. Lorsqu'on ajoute de l'iode à une solution limpide d'amidon artificiel, assez diluée pour qu'elle reste transparente après refroidissement complet, on obtient une belle coloration d'un bleu pur, qui est plus intense que celle qu'aurait donnée dans les mêmes conditions le même poids sec de fécule ordinaire.

L'expérience faite avec des liqueurs à 5 dix-millièmes, chauffées 4 minutes à 150°, puis additionnées de la même quantité d'iode, nous a montré que sous une épaisseur de 15^{mm} la solution d'amidon artificiel présente une coloration de même intensité et de même teinte qu'une colonne de 19^{mm} de la solution de fécule. Celle-ci se comporte donc vis-à-vis de l'iode comme si elle renfermait 78,9 pour 100 d'amylocellulose et 21,1 pour 100 de matière inerte.

Ces résultats viennent confirmer manifestement ceux que nous avaient fournis les expériences précédentes; ils nous permettent d'ajouter que la coloration bleue que prennent les solutions de matière amylacée avec l'iode est exclusivement due à l'amylocellulose qu'elles contiennent, en un mot que la partie du grain d'amidon qui donne du maltose à la saccharification diastasique est la même qui bleuit par l'iode.

3. De même que l'inuline, son correspondant dans la série du fructose, l'amidon artificiel purifié ne donne de gelée ni avec l'eau bouillante, ni avec les lessives alcalines; il en est de même de la matière amylacée qui a été amenée par un réactif quelconque, acide ou diastase, à l'état de solution parfaite. La faculté que possède l'amidon naturel de se convertir en empois par ébullition avec l'eau n'appartient donc pas à l'amylocellulose qu'il renferme, mais bien à la substance étrangère dont nous venons de parler, qui se rapproche ainsi des composés pectiques.

Le glucose étant le seul sucre que l'on ait jusqu'à présent réussi à caractériser dans les produits d'hydrolyse de la fécule, il est probable que ce corps appartient à la classe des dextroses; nous proposons de lui donner le nom d'*amylopectine*, qui a l'avantage de ne rien préjuger sur sa véritable nature.

II. *Mécanisme de la saccharification diastasique.* — L'amylopectine, nettement distincte, comme on vient de le voir, de l'amylocellulose, ne doit pas être modifiée dans le même sens que celle-ci par les diastases de l'orge germée. C'est en effet ce que l'on observe quand on traite comparativement un empois de fécule et une solution d'amylocellulose par l'extrait de malt atténué à 80° : le premier se liquéfie rapidement, tandis que la seconde reste inaltérée.

L'effet de liquéfaction est donc indépendant de l'effet de saccharification; il n'affecte pas les mêmes corps, donne naissance à des produits différents, en un mot ne lui est aucunement nécessaire.

Il est vraisemblable, d'après cela, que ces deux effets sont l'œuvre de deux diastases différentes, l'amylase ordinaire (amylase proprement dite et

dextrinase de Duclaux) et une diastase liquéfiante, résistant mieux que cette dernière à l'action de la chaleur et qu'on pourrait appeler *amylopectinase*.

Dans les conditions les plus avantageuses, c'est-à-dire au-dessous de 56°, le résidu dextriniforme de la saccharification, qui résiste à toute action ultérieure du malt, provient uniquement de l'amylopectine; au-dessus de cette température il s'accroît des dextrines qui résultent du dédoublement incomplet de l'amylocellulose et, à 80°, de l'amylocellulose elle-même, qui n'est plus attaquée, ainsi que le montre la persistance de la coloration bleue par l'iode.

III. *Mécanisme de la rétrogradation.* — L'amylocellulose, qui se sépare des empois de fécule sous l'action du froid, donne, avec l'eau surchauffée, des solutions d'où elle se dépose rapidement : le produit reprend alors ses propriétés primitives, et la même suite de transformations peut être effectuée indéfiniment ([1]).

Comme il n'y a aucune raison de supposer que l'amidon naturel se comporte à cet égard autrement que les amidons artificiels, il faut conclure de là que l'amylocellulose y existe toute formée, mais qu'elle s'y trouve sous une forme particulière (peut-être à l'état de solution solide dans l'amylopectine) qui lui permet de se redissoudre facilement dans l'eau chaude.

C'est un état semblable à celui qu'affecte l'inuline dans le dahlia ou le topinambour : on sait, en effet, qu'elle s'y trouve en dissolution alors qu'à l'état libre elle est complètement insoluble.

D'ailleurs le sérum limpide que l'on obtient en centrifugeant un empois de fécule préparé à 80° donne un rapport $\frac{M}{A} = 0,91$, ce qui témoigne d'une richesse exceptionnelle en amylocellulose.

C'est cet état particulier de l'amylocellulose dans l'amidon naturel qui a fait croire jusqu'ici, et qui a même fait dire à l'un de nous, dans un Mémoire précédent, que la fécule n'en contient que 3 pour 100 environ, alors qu'elle en renferme 80.

C'est ce même état anormal qui permet à l'empois frais de se dissoudre entièrement dans l'amylase; mais sous l'action du temps un nouvel équilibre s'établit dans l'empois, par suite duquel l'amylocellulose reprend sa forme insoluble : on dit alors qu'il a rétrogradé.

([1]) Il est nécessaire, pour obtenir un pareil résultat, de ne pas trop prolonger la surchauffe, parce qu'alors la dissolution se compliquerait d'hydrolyse et l'on verrait la matière se rapprocher peu à peu des dextrines, jusqu'à se confondre avec elles.

L'effet est lent à se produire dans ce cas parce que la consistance mucilagineuse de l'empois est peu favorable aux changements d'état; il est rapide avec les amidons artificiels parce qu'alors il s'effectue au sein d'un liquide parfaitement fluide et mobile.

La vitesse de rétrogradation était ainsi en rapport avec la pureté de l'amidon, l'influence qu'exerce sur elle une liquéfaction préalable, influence reconnue favorisante par MM. Fernbach et Wolff, s'explique tout naturellement, ainsi que les phénomènes d'amorçage signalés par les mêmes auteurs (1), par ce fait que la chaleur ou la substance dissolvante ont détruit partiellement l'amylopectine gélatineuse qui gênait la réaction. Quand cette destruction est devenue totale il n'y a plus de coagulation véritable, mais bien dépôt instantané d'amidon pulvérulent ou amylocellulose pure.

Ces interprétations supposent que l'amylocellulose est capable d'exister sous deux formes isomériques, l'une soluble et l'autre insoluble : l'expérience nous montre qu'il en est bien ainsi. Une dissolution d'amidon artificiel reste limpide pendant plusieurs jours quand on la conserve à 80°, alors que le même amidon, dès qu'il s'est déposé de la liqueur, refuse de se dissoudre entièrement, à la même température : dans le premier cas la liqueur est totalement saccharifiable, dans le second elle ne l'est plus qu'en partie.

Quant à la nature intime de ce changement d'état, on pourrait l'attribuer à une sorte de cristallisation confuse, rappelant celle de l'inuline, à la dissociation d'un hydrate instable ou à une polymérisation de la molécule primitive, semblable à celle qui s'effectue chez d'autres hydrates de carbone, la dioxyacétone par exemple.

La non-réversibilité apparente du phénomène tiendrait alors, soit à une tendance excessive de la matière dissoute à rester en sursaturation, soit à la lenteur extrême de la vitesse de transformation; il est bien difficile actuellement de faire un choix entre ces différentes hypothèses.

Ceci n'infirme d'ailleurs en rien le principe de la pluralité des amylocelluloses, admis par nous dès le début de ces recherches : on doit comprendre sous ce nom tous les termes de la série de corps, probablement très nombreux, qui, à des températures variables, suivant leur état de condensation, donnent avec l'eau des solutions parfaites, colorables par l'iode et entièrement transformables en maltose par l'amylase du malt.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 819; t. CXXXIX, p. 1217; t. CXL, p. 95 et 1067.

Conclusions. — 1° L'amidon naturel est un mélange de deux substances essentiellement différentes. La plus abondante, en partie soluble à 100°, intégralement soluble dans l'eau surchauffée, sans jamais fournir d'empois, est identique à la matière déjà connue sous le nom d'*amylocellulose;* à l'état dissous elle bleuit par l'iode et se transforme entièrement en maltose sous l'action du malt à basse température, à l'état solide elle résiste sans altération ni changement de couleur à ces deux réactifs.

La seconde est un corps mucilagineux que nous proposons d'appeler *amylopectine;* elle ne se colore pas par l'iode, même à l'état liquide, et se dissout dans l'extrait de malt sans donner de sucre réducteur. C'est à cause de sa présence dans l'amidon naturel que celui-ci se gélatinise sous l'action de l'eau bouillante ou des alcalis.

L'amidon artificiel ne diffère de l'amidon naturel que par l'absence d'amylopectine.

2° L'amylocellulose peut subsister indifféremment, entre certaines limites de température et en présence d'un excès d'eau, sous la forme solide et sous la forme liquide. On peut passer de l'une à l'autre en chauffant le produit solide avec de l'eau sous pression ou en refroidissant ses dissolutions concentrées : c'est ce dernier changement d'état qui constitue la rétrogradation.

3° L'amylopectine est capable de retarder la rétrogradation de l'amylocellulose, aussi bien dans le grain d'amidon naturel que dans les empois. Inversement, toute influence tendant à dissoudre l'amylopectine favorise la rétrogradation, c'est-à-dire la précipitation de l'amylocellulose.

4° L'action des diastases liquéfiantes sur l'empois d'amidon ne porte que sur l'un de ses composants, l'amylopectine; elle doit donc être nettement séparée de celle des diastases saccharifiantes, qui s'exerce uniquement sur l'amylocellulose.

MINÉRALOGIE. — *Les carbonates basiques de magnésie de l'éruption de Santorin en* 1866. Note de M. **A. Lacroix.**

Dans son étude des sels des fumerolles de l'éruption de Santorin, en 1866, M. Fouqué a décrit ([1]) des croûtes cristallines, essentiellement constituées par du chlorure de sodium (avec de petites quantités de sulfate, de carbonate

([1]) *Santorin et ses éruptions.* Paris, 1879, p. 213.

de soude et de chlorure de magnésium), et contenant une proportion variable de carbonate de magnésie.

La production d'un carbonate terreux n'ayant été observée dans les fumerolles d'aucun autre volcan et M. Fouqué ne s'étant occupé que de l'étude chimique en bloc de ces produits salins, il m'a paru intéressant de rechercher sous quelle forme minéralogique s'y trouve le carbonate de magnésie, espérant en outre en déduire quelques conclusions sur son mode de formation.

Les échantillons que mon regretté maître avait conservés et qu'il a bien voulu donner à la collection du Muséum sont constitués par des fragments d'andésite, recouverts par une croûte saline, très cristalline, sur laquelle s'observent des taches blanches, formées, suivant les morceaux, soit par une matière floconneuse légère, soit par une poudre très fine, un peu plus dense; ces minéraux sont semblables à ceux que l'on peut extraire des mêmes échantillons en dissolvant dans l'eau tous les sels solubles qui les constituent en grande partie.

Ces minéraux insolubles se comportent, au point de vue chimique, de la même façon; après une dessiccation à 100°, ils donnent, par calcination, de l'acide carbonique et de l'eau et un résidu de magnésie. Chauffés à l'ébullition dans une solution d'azotate de cobalt, ils prennent immédiatement une coloration lilas; enfin, ils se dissolvent, *à froid*, dans l'acide chlorhydrique avec une vive effervescence. Il résulte de ces diverses propriétés qu'ils sont constitués, non par de la giobertite, mais par un carbonate basique de magnésie.

L'examen microscopique confirme d'ailleurs cette manière de voir; le minéral floconneux est isotrope et peu réfringent; la poudre fine, au contraire, est constituée entièrement par des sphérolites biréfringents, atteignant $0^{mm},05$ de diamètre. Ils sont, soit libres et alors parfaitement sphériques, soit accolés en grand nombre côte à côte et, dans ce cas, moins réguliers de forme. En lumière polarisée parallèle, on constate le phénomène de la croix noire ; le signe de l'allongement des fibres est positif, la biréfringence maximum peut être estimée à environ 0,008 à 0,009.

La quantité de matière que j'ai à ma disposition est insuffisante pour permettre une analyse quantitative, mais il est possible d'identifier ces produits par la comparaison de leurs propriétés et de celles de produits de laboratoire. On sait, en effet, que la précipitation d'un sel de magnésie par un excès de carbonate de soude fournit un précipité floconneux, extrêmement léger, qui n'est autre chose que la *magnésie blanche* des pharmacies.

En variant les conditions de la précipitation, on n'obtient jamais ainsi qu'un produit amorphe, mais celui-ci se transforme toujours assez rapidement en une poudre fine, quand il est maintenu pendant quelque temps à l'ébullition dans son eau mère. J'ai constaté que ce précipité, dont Fritzsche a signalé [1] déjà la structure sphérolitique et dont il a déterminé la composition [$4 MgCO^3$, $Mg(OH)^2$, $4 H^2O$], possède exactement les mêmes propriétés optiques que le minéral de Santorin; les préparations microscopiques formées par un mélange de sphérolites naturels et des sphérolites artificiels ne permettent d'établir entre eux aucune distinction. Ces propriétés sont fort différentes de celles du carbonate [$3 MgCO^3$, $Mg(OH)^2$, $3 H^2O$], se trouvant dans la nature à l'état cristallisé (hydromagnésite) et paraissant constituer le précipité amorphe dont il vient d'être question.

Ce carbonate basique sphérolitique étant pour la première fois observé dans la nature, il est nécessaire de lui donner un nom dans la nomenclature minéralogique; je propose celui de *giorgiosite*, pour rappeler son gisement dans la lave du Giorgios, édifié par l'éruption de 1866.

Quant au mode de formation de ce minéral, il est évidemment de nature secondaire; on peut le démontrer de plusieurs façons différentes.

L'examen microscopique de lames minces, taillées dans les dépôts salins intacts, montre en effet que ceux-ci sont essentiellement constitués par l'enchevêtrement de cubes de chlorure de sodium, riches en inclusions liquides. Les carbonates de magnésie ne sont pas englobés par ces cristaux, ils remplissent leurs interstices et sont, par suite, de formation postérieure. En dissolvant dans l'eau quelques fragments de ces sels, on n'isole pas seulement des carbonates déjà formés, mais on en précipite encore une petite quantité; suivant la température de l'expérience, il se forme ainsi, soit le type amorphe, soit des sphérolites biréfringents. Ces minéraux résultent donc, sans aucun doute, de la précipitation, par le carbonate de soude, des sels de magnésie solubles, associés en petite quantité au chlorure de sodium. Cette précipitation a commencé à se produire aussitôt que la température des laves a été assez abaissée pour permettre à la vapeur d'eau des fumerolles de se condenser ou à l'eau de pluie de ruisseler à la surface des croûtes salines; celles-ci ont pu alors se dissoudre partiellement. Le carbonate sphérolitique ne se formant qu'à la température de l'ébullition (prolongée), sa production a dû précéder dans le temps celle du carbonate amorphe qui, lui, n'a pu prendre naissance qu'après le refroidissement plus ou moins complet de la lave.

---

[1] *Pogg. Ann.*, t. XXXVII, 1836, p. 304.

En résumé, les carbonates de magnésie de Santorin représentent à l'état naturel les diverses formes de magnésie blanche des laboratoires; ils ne doivent pas être considérés comme des minéraux primaires de fumerolles volcaniques, mais comme des produits, formés par une réaction secondaire, aux dépens des minéraux normaux de celles-ci; leur genèse est, par conséquent, indépendante des conditions qui ont présidé à la cristallisation de ces derniers.

La température, voisine de 100° C., nécessaire à la cristallisation du composé : $4MgCO^3, Mg(OH)^2, 4H^2O$, explique pourquoi il n'a pas encore été rencontré dans la nature, comme produit d'altération atmosphérique de minéraux magnésiens, alors que l'hydromagnésite, qui se forme à une température inférieure, est, au contraire, assez abondante.

Il me paraît utile d'appeler sur ce nouveau minéral l'attention de ceux qui auront l'occasion de suivre de près des éruptions volcaniques, les sels solubles de magnésie n'étant pas très rares dans les fumerolles à haute température (chlorure de magnésium dans celles des éruptions de 1855 et de 1872 au Vésuve, d'après Scacchi) qui contiennent parfois aussi des carbonates alcalins.

AÉRONAUTIQUE. — *Expériences d'enlèvement d'un hélicoptère.* Note de S. A. S. le Prince DE MONACO.

L'appareil expérimenté est un hélicoptère construit par M. M. Léger, ingénieur à Monaco. Il a deux hélices coaxiales, superposées et tournant en sens inverse. L'axe commun de ces hélices, vertical dans la position de montée, s'incline vers l'avant pour obtenir la translation horizontale ou oblique, ce qui dispense de l'emploi de toute autre hélice. La charnière du gouvernail étant oblique, on peut, au moyen de celui-ci, orienter l'appareil aussi bien pendant la montée ou la descente que pendant la marche horizontale ou oblique.

Ces expériences ont été faites dans l'une des grandes salles du Musée océanographique de Monaco.

L'appareil expérimenté est une réduction en demi-grandeur de celui qui doit enlever une personne. Les hélices mesurent $6^m,25$ de diamètre et $1^m,75$ de largeur, dans leur partie la plus large. Elles sont construites en tôle d'aluminium contreventées et offrent une rigidité parfaite. Chacune d'elles pèse 21^{kg}. L'appareil complet, comprenant les hélices et leurs axes,

le train d'engrenages leur transmettant le mouvement du moteur, le châssis, le gouvernail, en un mot l'appareil complet, sauf le moteur, pèse 85^{kg}.

Le mouvement, fourni par une dynamo, était communiqué à l'appareil, au moyen d'un arbre de 1^{m} de longueur, terminé à chacune de ses extrémités par une transmission à la cardan. Le poids de cette transmission, porté par l'appareil, était de 5^{kg}.

L'appareil était en outre chargé de quatre poids en plomb, de 5^{kg} chacun, accrochés à chacun des pieds du châssis.

Le poids total à enlever était donc : 85^{kg} pour l'appareil + 25^{kg} de poids mort = 110^{kg}.

Ce poids fut entièrement soulagé à chaque essai par un courant de 40 ampères sous 140 volts, mesurés aux bornes de la dynamo; soit 5600 watts.

La vitesse de rotation des hélices était de 40 tours à la minute. Le rendement de la dynamo (mesuré au frein de Prony, précisément pour cette intensité de 40 ampères et 140 volts) étant de 80 pour 100, la force utilisée a été de

$$5600 \times 0,80 = 4,480 \text{ watts,}$$

soit 6,1 chevaux de 75 kilogrammètres ou 457 kilogrammètres. On peut admettre pour le poids d'un moteur 2^{kg} par cheval, y compris la provision d'essence pour une marche de 1 heure. Le poids mort de 25^{kg} peut alors se décomposer ainsi :

1° 15^{kg} représentant $7^{chx},5$, force plus que suffisante pour enlever et conduire l'appareil;

2° 10^{kg} représentant le poids d'un homme de 80^{kg} en demi-grandeur, puisque les poids varient comme les cubes des dimensions.

Dans ces calculs, il n'a pas été tenu compte du travail absorbé par les deux transmissions à la cardan.

Chaque unité de 75 kilogrammètres soulevant $\frac{110}{6,1} = 18^{kg}$, chaque nouvelle unité de 75 kilogrammètres, pesant 2^{kg}, donnera une force ascensionnelle supplémentaire de $18 - 2 = 16^{kg}$. Avec un moteur de 10 chevaux, cet appareil réduit pourrait donc soulever un homme; mais il est probable que la résistance de ses organes serait insuffisante pour soutenir cet effort.

M. le professeur **Gustaf Retzius** fait hommage à l'Académie du Tome XII (nouvelle série) de ses *Biologische Untersuchungen*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Williamson*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Louis Henry obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Louis Henry** est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année précédente.

MM. **Émile Picard** et **Moissan** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes** prie l'Académie de dresser des listes de candidats pour deux chaires du Conservatoire national des Arts et Métiers :

1° La chaire des matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt;

2° La chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie.

(Renvoi à une Commission comprenant : les Membres de la Section de Chimie; MM. Berthelot, Th. Schlœsing, Carnot.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale sotto gli auspicii di sua maestà il re d'Italia,* Volume XV.

2° *Éléments de Physiologie* (2e édition), par M. F. Laulanié. (Présenté par M. Chauveau.)

3° *Les récents progrès de la Chimie*, Conférences faites au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne. (Présenté par M. A. Haller.)

ASTRONOMIE. — *Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites*. Note de MM. **Jean Mascart** et **W. Ebert**, présentée par M. Lœwy.

M. Lippmann a proposé récemment un dispositif nouveau, basé sur la méthode photographique, destiné à la détermination des ascensions droites et, grâce à l'initiative de M. Lœwy, l'Observatoire de Paris possède aujourd'hui un instrument capable d'utiliser ce nouveau procédé, appareil construit par M. Gautier sur les indications de M. Lippmann. M. le Directeur de l'Observatoire a bien voulu nous charger de suivre l'installation de cet instrument et, de concert avec M. Lippmann, n'a cessé de nous prodiguer ses conseils éclairés au milieu des difficultés multiples du début : dès à présent, une technique suffisante a pu être établie et nous a permis de conclure que cet appareil pourra être d'un emploi régulier et rentrer dans l'organisation de l'Observatoire, lorsqu'il aura été doté des modifications reconnues nécessaires par cette première mise en pratique.

Imaginons un collimateur orienté dans le plan du méridien et, devant lui, un miroir cylindrique dont les génératrices sont normales au plan du méridien. Au lieu d'un point lumineux il sera préférable de mettre, au foyer du collimateur, une fente verticale fournissant plus de lumière; et, l'appareil étant réglé, les rayons réfléchis par le miroir vont constituer une nappe plane qui projette la fente sur la sphère céleste suivant un grand cercle lumineux qui sera le cercle de référence.

Il suffit alors d'adjoindre, pour l'observation, une lunette visuelle ou photographique, dont l'objectif reçoit et la nappe plane formée des rayons réfléchis par le miroir et, en même temps, la lumière des étoiles : cet objectif est assez large pour n'être que peu masqué par le miroir cylindrique de petite dimension. Les étoiles forment donc leurs images dans le plan focal : dans le même plan, les rayons de la nappe lumineuse produite par le miroir cylindrique forment une ligne fixe qui servira de référence, ligne qui n'est autre chose que l'image du grand cercle découpé dans la sphère céleste par le plan de référence. Dans l'instrument en question, la lunette réceptrice, par un dispositif plus pratique, est constituée par un objectif renvoyant les rayons lumineux vers l'oculaire par l'intermédiaire d'un miroir à 45°.

Le collimateur et le miroir, solidement établis, sont les seules pièces nécessitant un réglage minutieux. Le réglage en collimation permettra de rendre les rayons issus du collimateur perpendiculaires aux génératrices du cylindre, de façon que la nappe réfléchie soit parfaitement plane : il pourrait être très précis si l'on parvenait à observer couramment le retour des rayons lumineux dans l'intérieur du collimateur, après réflexion sur le miroir cylindrique et vérifié en cours d'expérience; mais les difficultés rencontrées jusqu'à ce jour dans la pratique ont conduit, à différentes reprises, à modifier le dispositif du collimateur et, pour l'instant, cette correction pourra résulter de l'examen attentif des clichés.

Pour le réglage de verticalité, on pourrait placer sous le miroir un bain de mercure et observer encore dans le collimateur le retour des rayons, mais, pour les mêmes raisons que ci-dessus, ce réglage a été fait, momentanément, comme celui de la collimation. Enfin les réglages relatifs à la marche de la pendule et à la position en azimut sont normaux et dépendent, comme d'habitude, d'observations astronomiques.

L'instrument de l'Observatoire de Paris est disposé pour la photographie : il suffit alors de diriger vers le ciel une lunette photographique, montée équatorialement, et dont l'objectif reçoit la lumière des étoiles en même temps que celle qui provient du miroir. D'autre part, le collimateur à fente est muni d'un obturateur instantané, déclenché toutes les minutes par un mouvement d'horlogerie; ainsi le résultat de l'opération est un cliché, document graphique qu'il reste à utiliser. Le cliché porte les images de nombreuses étoiles, ainsi que des traits noirs qui sont, toutes les minutes, les photographies de la ligne de référence : les distances des disques stellaires par rapport à ces lignes, mesurées au moyen de la machine micrométrique, permettent d'en conclure les ascensions droites des étoiles, tandis qu'à l'aide des images des étoiles fondamentales les clichés fournissent l'état de la pendule. Si, au contraire, on ne désire que la marche de la pendule, et non son état absolu, on la peut déduire avec une grande précision de divers clichés du même groupe stellaire.

Les méthodes et formules de réduction sont les mêmes que pour les observations visuelles; mais, ici, les documents réunis en quelques minutes sont beaucoup plus nombreux et il n'y a pas à craindre l'intervention des erreurs personnelles; le temps de pose n'est pas élevé. Au point de vue astronomique, si l'on veut déterminer par la photographie les coordonnées des astres, on est obligé de rapporter sur les clichés les objets faibles à des étoiles de repère, puis, par des observations visuelles, de rapporter ces étoiles de repère aux fondamentales : il faut donc combiner trois instruments, lunette photographique, lunette à réticule et horloge, qui, actuellement, sont indépendants ou reliés physiologiquement par l'observateur.

Avec la méthode photographique directe qui nous occupe, les trois instruments dont il faut connaître les indications simultanées sont automatiquement reliés entre eux et constituent un seul appareil, tandis que, par là même, disparaissent les erreurs personnelles et de réduction des clichés : grâce au réseau des images de la ligne de référence les faibles objets sont rapportés directement aux fondamentales.

Le champ d'exploration sur le ciel de l'instrument est considérable : 180°, théoriquement, avec un demi-cylindre pour miroir; les réglages sont faciles à vérifier; les organes sensibles sont immobiles, garantie de stabilité, évitant les flexions et déviations d'une lunette mobile sur coussinets; l'enregistrement des angles est direct, sans avoir à passer par les temps. Le rendement, enfin, est bien supérieur à celui des observations visuelles.

Dans l'instrument que M. Lœwy a fait installer, l'objectif a 16^{cm} de diamètre, permettant l'observation des étoiles de 11e grandeur, le champ est d'environ $2^\circ\frac{1}{2}$ carrés; la pose de 12 minutes peut, dans de bonnes conditions, photographier les étoiles de 9e grandeur.

Au début de nos recherches, nous avons rencontré de nombreuses difficultés : la lunette n'étant pas pourvue d'un pointeur, il fallait régler son axe de rotation et son horlogerie de façon à pouvoir suivre exactement l'étoile. En effet, pendant la durée de la pose, les étoiles voisines du méridien tournent très sensiblement autour du pôle déplacé par la réfraction. D'autre part, dans ce voisinage du méridien, la réfraction occasionne encore un ralentissement du mouvement diurne : le mouvement apparent est alors égal au mouvement diurne vrai multiplié par $1-k$, k étant la constante de réfraction (0,00028 en parties du rayon unité).

Si la transmission du mouvement d'horlogerie se faisait à l'aide d'une roue dentée, comme c'est très généralement le cas, il eût fallu faire retarder la pendule directrice de 24 secondes par jour, à moins de subir un effet de réfraction de 3 secondes pour une étoile équatoriale pendant les 12 minutes de l'exposition. Heureusement notre instrument n'est pas entraîné par une roue dentée, mais bien par une bande métallique flexible qui vient adhérer à un secteur de cercle; et, si l'on ne peut changer le rayon de ce secteur, on peut du moins le rapprocher ou l'éloigner de son centre de rotation. S'il est alors excentré, la modification linéaire correspondante est négligeable, et, par ce moyen, il est aisé de suivre complètement l'étoile avec une pendule sidérale ordinaire comme pendule directrice.

La mise au foyer de la lunette a été déterminée aussi exactement que possible, mais, étant donnée cette mise au foyer, il était beaucoup plus difficile de focaliser le collimateur sur la lunette : des difficultés d'éclairage viennent augmenter la gêne de cette focalisation. Après de nombreux essais assez pénibles nous y sommes parvenus et malgré cela, les traits des premiers clichés paraissent barbelés d'un côté, ce qui entraînerait des erreurs personnelles inadmissibles, dans les mesures des distances traits-étoiles, suivant la position de la plaque. Par ailleurs, en serrant la fente le plus possible,

on parvenait à des traits fins, mais mal définis, faibles et flous. Finalement nous nous sommes arrêtés à une fente un peu plus large, fournissant des traits assez noirs pour être bien définis sur les clichés.

Ces difficultés étaient d'ailleurs étroitement liées à celles qui provenaient du choix et du réglage de l'éclairage. Les lampes électriques à réglage automatique ne présentaient pas assez de constance et les résultats les meilleurs ont été obtenus avec une lampe à arc, réglable à la main, la régularité étant fort améliorée par l'emploi de charbons munis d'âmes.

Grâce à des mesures de protection contre les lumières étrangères, nous pouvons photographier ainsi une trentaine d'étoiles par cliché, en moyenne, et la mesure micrométrique donne rapidement le $\frac{1}{10}$ de seconde d'arc, pour les ascensions droites.

A l'heure actuelle, cet instrument ne peut être considéré que comme un modèle destiné à bien mettre en évidence les meilleures conditions qu'il faudra réaliser à l'avenir dans l'étude et la construction du système imaginé, à en faire sentir la portée, et à établir la technique désirable pour aboutir à des résultats d'une réelle précision.

Nous pouvons cependant affirmer que la lunette photographique, dotée des perfectionnements dont l'utilité a été mise en lumière dès à présent par l'expérience, constituera un nouveau et précieux moyen de travail pour la mesure des ascensions droites des astres.

Pour donner à ce système toute sa valeur, nous avons reconnu comme nécessaires les améliorations suivantes :

1° Donner au collimateur une plus grande distance focale, et en augmenter l'ouverture;

2° Accroître les dimensions du cylindre à surface argentée;

3° Fournir le dispositif nécessaire pour l'observation du nadir et adjoindre une mire à l'instrument;

4° Augmenter la durée du mouvement d'horlogerie pour pouvoir prolonger la pose;

5° Prendre des mesures propres à rendre possible la photographie de zones plus australes;

6° L'interrupteur serait avantageusement disposé de telle façon que l'on pût, à volonté, produire les signaux de temps à des intervalles réguliers mais plus ou moins distants.

Les deux premiers de ces desiderata sont réclamés afin de pouvoir obtenir une meilleure définition des traits, qui servent comme points de repère dans la mesure des ascensions droites des astres photographiés.

Dans l'état de choses actuel, l'appareil ne saurait être utilisé pour des déterminations définitives : tel n'était point, d'ailleurs, le but que l'on

s'était proposé d'atteindre. Mais nous sommes convaincus que, à l'aide des modifications proposées et dont l'exécution est assez facile, des instruments construits suivant ce système pourront rendre de très grands services à l'Astronomie d'observation.

MÉCANIQUE. — *Sur les forces donnant lieu à des trajectoires coniques.* Note de M. **Cyparissos Stéphanos.**

Soit, dans un plan XOY, un point mobile (x, y) sollicité par une force accélératrice (X, Y) dont les deux composantes

$$\frac{d^2x}{dt^2} = X, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = Y$$

sont des fonctions des coordonnées de ce point.

Le problème de la détermination des forces (X, Y) faisant décrire au point mobile des coniques, quelles que soient les conditions initiales, problème posé par Bertrand dans une Communication faite à l'Académie des Sciences en 1877 ([1]), n'a été résolu, paraît-il, jusqu'à présent, que pour le cas où la force aurait en chaque point une direction unique (en général). Bertrand a démontré, en effet, pour ce cas, que la force doit passer par un point fixe ou être parallèle à une direction fixe ([2]), tandis que Darboux et Halphen ont bientôt achevé la solution du problème pour ce même cas.

En appliquant le raisonnement de Bertrand au cas où la force (X, Y), correspondant à un point donné, serait à plusieurs déterminations ayant des directions différentes (chaque détermination variant d'une manière continue avec x et y), on arrive à ce résultat que *si toutes les trajectoires du mobile sollicité par la force* (X, Y) *sont des coniques, il faut bien que parmi ces*

([1]) *Sur la possibilité de déduire d'une seule les lois de Képler et le principe de l'attraction universelle* (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII).

([2]) *Note sur un problème de Mécanique* (*Ibid.*). Voici la démonstration de Bertrand : « Si l'on suppose, en un point, la vitesse dirigée dans le sens de la force, le rayon de courbure de la trajectoire en ce point sera infini; or une conique dont, en un point, le rayon de courbure est infini est nécessairement une ligne droite, et des droites en nombre infini, puisqu'il en passe par chaque point, sont au nombre des trajectoires possibles. Ces droites ne peuvent d'ailleurs se couper qu'en un point, où la direction de la force soit indéterminée, et l'on en conclut qu'elles doivent être parallèles ou passer par un même point... ».

trajectoires soient comprises toutes les tangentes à une courbe donnée, ce qui exige que la force (X, Y) soit constamment tangente à cette courbe.

Il reste donc à trouver s'il y a des forces (X, Y) constamment tangentes à quelque courbe qui fassent décrire au mobile des coniques quelles que soient les conditions initiales.

Ayant abordé le problème en question dans le cas général, par une méthode directe, nous sommes parvenu à reconnaître que, en dehors des solutions comprises dans le cas considéré par Bertrand, ce problème n'admet aucune autre solution.

Voici en quelques traits la marche que nous avons suivie :

L'équation différentielle des coniques, écrite au moyen des dérivées de x et y par rapport à une variable indépendante quelconque, est

$$9(12)^2(15) + 45(12)^2(24) - 45(12)(13)(14) + 40(13)^2 - 90(12)(13)(23) = 0,$$

étant posé

$$(12) = x'y'' - y'x'', \qquad (13) = x'y''' - v'x''', \qquad \ldots.$$

A l'aide de cette équation on trouve que la condition nécessaire et suffisante, pour que toutes les trajectoires d'un mobile sollicité par la force (X, Y) soient des coniques, est exprimée par l'évanouissement identique d'une certaine expression

$$45(Yx' - Xy')^2\,E + 9(Yx' - Xy')\,F + G$$

où

$$E = X^2\frac{\partial Y}{\partial y} + XY\left(\frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y}\right) - Y^2\frac{\partial X}{\partial x},$$

et où F et G désignent deux polynomes homogènes par rapport à x', y', de degrés respectifs 3 et 6, et dont les coefficients sont des fonctions de X et Y et de leurs dérivées partielles des trois premiers ordres.

La même condition est également exprimée par le système des trois relations $E = 0$, $F = 0$, $G = 0$, qui doivent avoir lieu identiquement.

L'équation différentielle $E = 0$ exprime que la force (X, Y) doit rester constamment tangente à une même courbe.

L'étude des relations $F = 0$ et $G = 0$, dont chacune équivaut à un système d'équations différentielles, fait voir, tout d'abord, que chacune d'elles

implique la relation $E = 0$. On peut donc poser, grâce à la relation $E = 0$,

$$\frac{\partial X}{\partial x} = KX - M, \qquad \frac{\partial X}{\partial y} = LX, \qquad \frac{\partial Y}{\partial x} = KY, \qquad \frac{\partial Y}{\partial y} = LY - M,$$

K, L et M désignant des fonctions de x et y.

L'introduction des symboles K, L et M simplifie notablement les expressions de F et G. On arrive ainsi à reconnaître qu'on doit avoir

$$\frac{\partial K}{\partial y} = \frac{\partial L}{\partial x},$$

non seulement par suite de la relation $F = 0$, mais aussi par suite de $G = 0$.

Les fonctions K et L doivent donc être de la forme

$$K = \frac{1}{T}\frac{\partial T}{\partial x}, \qquad L = \frac{1}{T}\frac{\partial T}{\partial y},$$

tandis que les fonctions X et Y doivent être de la forme

$$X = Tg, \qquad Y = Th,$$

g désignant une fonction de x et h une fonction de y.

D'autre part, l'équation $E = 0$ fait voir que l'on doit avoir

$$\frac{dg}{dx} = \frac{dh}{dy} = \lambda,$$

λ désignant une constante. De sorte que, si $\lambda \neq 0$, on aura $g = \lambda(x - x_1)$, $h = \lambda(y - y_1)$; tandis que, si $\lambda = 0$, g et h seront des constantes.

On reconnaît ainsi que la force (X, Y) cherchée doit être ou centrale, ou parallèle à une direction fixe.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la rigidité électrostatique des gaz aux pressions élevées.* Note de MM. **Ch.-Eug. Guye** et **H. Guye**.

L'intérêt très actuel que présente la décharge disruptive dans les gaz nous a engagés à étudier l'influence des pressions élevées sur le potentiel explosif. Les gaz en expérience, soigneusement purifiés et desséchés, ont été : l'azote, l'air, l'oxygène, l'hydrogène et l'anhydride carbonique.

Le dispositif employé était le suivant : A l'extrémité d'un tube de Cailletet étaient soudées deux électrodes de platine (1^{mm} de diamètre) soigneusement aplanies et dis-

tantes d'environ $0^{mm},2$. Afin d'éviter les actions perturbatrices pouvant provenir de charges électriques localisées sur le verre, une capsule de platine placée à l'intérieur du tube et en communication avec l'électrode supérieure recouvrait complètement les électrodes; seuls deux petits orifices disposés sur deux diamètres rectangulaires permettaient d'observer l'étincelle à l'intérieur de la capsule. La pression était mesurée à l'aide de manomètres à azote en rapport avec la pompe de compression et gradués d'après les expériences de M. Amagat. La mesure des potentiels a été effectuée au moyen d'un électromètre absolu de MM. Bichat et Blondlot par un dispositif rappelant celui de MM. Abraham et Lemoine, avec quelques modifications. Dans toutes les expériences la distance explosive était la même, et nous nous sommes assurés, au moyen d'un microscope et d'un micromètre, que la pression était sans influence sur cette distance. Enfin, les précautions nécessaires ont été prises pour éviter les variations de température résultant de la compression ou de la détente des gaz.

Le Tableau qui suit résume les résultats obtenus; les pressions p sont exprimées en mètres de mercure à 0°; les potentiels explosifs en C.G.S. électrostatiques.

	N	Air	O	H	CO^2.		
p.	17°.	17°.	17°,3.	18°.	18°,2.	29°,8.	32°,9.
2,07	10,67	10,26	8,84	5,95	10,15	9,40	10,46
3,78	15,72	15,17	12,85	8,13	14,08	13,73	14,39
5,10	19,70	18,79	16,42	10,37	17,13	16,58	17,20
6,60	23,53	23,16	20,22	13,38	20,64	19,07	20,67
8,12	27,09	26,99	24,06	15,63	23,78	22,15	23,48
9,95	31,42	30,22	27,81	17,33	27,67	25,02	27,25
11,71	34,82	33,39	30,44	18,59	30,43	28,01	30,01
15	40,87	38,63	35,03	21,66	34,73	31,78	35,92
18,08	44,66	43,65	39,41	23,52	39,34	36,56	40,55
24,44	50,78	49,87	45,59	28,01	45,77	42,85	46,84
29,50	»	»	»	»	52,28	»	»
32,70	56,41	55,82	51,59	33,30	56,24	47,05	52,78
37,40	»	»	»	»	59,08	»	»
39	»	»	»	»	60,78	»	»
39,60	»	»	»	»	60,85	»	»
40,70	58,50	59,50	55,59	37,35	»	51,45	54,77
44,80	61,25	»	»	»	»	»	»
45,30	»	»	»	»	»	»	»
47,65	63,77	60,03	57,96	40,21	»	»	»
50,80	65	»	»	»	»	»	»
54,60	62,71	60,78	59,56	»	»	»	»
60,50	59,75	»	»	»	»	»	»
65,10	59,56	62,74	60,19	»	»	»	»

L'examen de ces chiffres conduit aux conclusions suivantes :

1° Jusqu'aux environs de 10^{atm}, le potentiel explosif croît linéairement

avec la pression; ce résultat confirme donc les expériences de M. Wolf, effectuées dans ces limites.

2° Pour des pressions plus élevées, le rapport du potentiel explosif à la pression va en diminuant; les courbes représentatives du potentiel explosif en fonction de la pression ont dans leur ensemble une allure parabolique que nous nous réservons de discuter ailleurs.

3° Dans toutes nos expériences sur l'azote, la courbe du potentiel explosif a montré un maximum dans le voisinage du maximum de compressibilité de ce gaz ($pv =$ minimum). Les expériences sur l'air ont montré également un léger relèvement de la courbe pour $p = 65^{m}$ de mercure.

4° Avec l'hydrogène et l'oxygène, pour lesquels le minimum de pv se trouve en dehors de la limite de nos expériences, nous n'avons rien constaté de semblable.

5° Les quelques expériences effectuées sur la rigidité électrostatique de CO^2 au voisinage du point critique semblent indiquer une diminution du potentiel explosif en ce point; toutefois la décomposition partielle du gaz qui doit résulter du passage de l'étincelle rend alors le phénomène plus complexe qu'avec les gaz précédents et l'interprétation devient délicate.

6° Des expériences effectuées en présence d'un sel de radium ou en faisant agir les rayons X n'ont pas donné de résultats sensiblement différents.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

On sait [1] que, en introduisant un noyau de fer dans une bobine de self-induction placée dans le circuit de décharge d'un condensateur, les oscillations sont plus ou moins détruites selon la constitution du noyau. Ainsi, un tuyau mince de fer détruit toutes les oscillations sauf la première sans changer sensiblement leur fréquence, tandis qu'un noyau composé de fils de fer isolés diminue leur fréquence sans toutefois les amortir autant. Dans le premier cas, nous avons deux causes qui influent : les courants de

---

[1] J.-J. Thomson, *Smithsonian report*, p. 251. Washington, 1893. — J.-A. Fleming, *Electrical oscillations and electric waves*, p. 18-20; *Cantor Lectures*, London, 1901. — G.-A. Hemsalech, *Thèses de Doctorat*, p. 12-20. Paris, 1901.

Foucault et le magnétisme du fer. Dans le deuxième cas, l'influence des courants de Foucault est presque supprimée. Les expériences suivantes ont été entreprises dans le but de différencier ces deux causes et de préciser l'action de chacune d'elles. La méthode employée était celle que j'ai indiquée dernièrement [1] et qui met en évidence les effets en question d'une manière très nette.

Une bobine de self-induction, formée par deux couches de fil de cuivre isolé et enroulé sur un cylindre en carton, est insérée dans le circuit de décharge d'un condensateur de plaques (capacité : 0,0008 microfarad chacune). Elle a les dimensions sui-

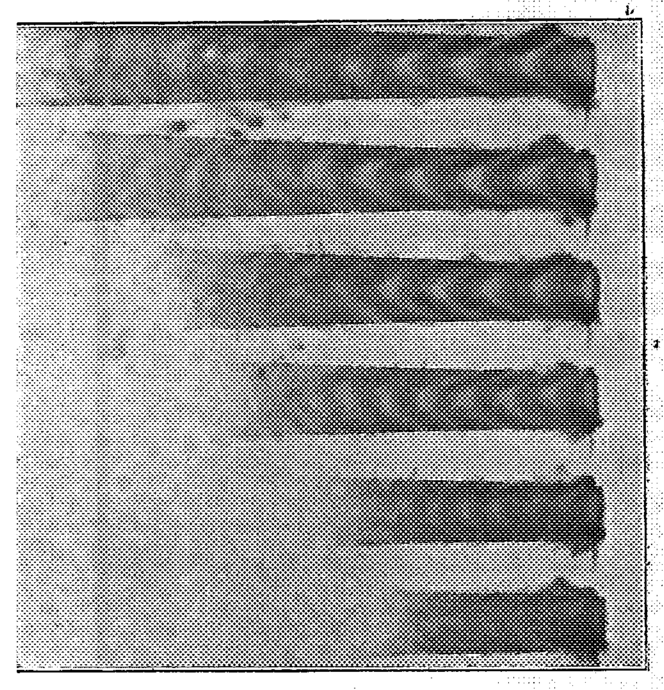


Fig. 1. — Effets des courants de Foucault.

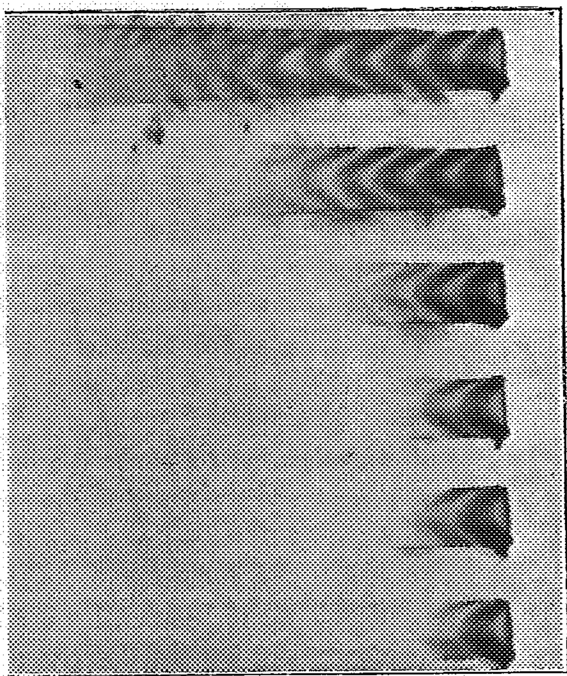


Fig. 2. — Effets de l'hystérésis.

vantes : longueur, 92^{cm}; diamètre extérieur du carton, $21^{cm},6$; épaisseur du carton, $0^{cm},55$; nombre de tours par couche, 254; diamètre du fil, $0^{cm},1$; coefficient de self-induction, 0,0125 henry. Dans le même circuit et en série avec cette self-induction est inséré le dispositif décrit dans ma Note précédente (p. 1103). Le condensateur est en dérivation sur une bobine d'induction. Lorsqu'on fait fonctionner cette dernière, on aperçoit entre les plaques de cuivre les oscillations, séparées les unes des autres par le courant d'air.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.

Si maintenant on introduit progressivement dans la bobine de self-induction un cylindre en tôle de zinc, on constate une augmentation progressive de la fréquence d'oscillations qui atteint un maximum lorsque la tôle couvre complètement la paroi du cylindre en carton sur lequel est enroulée la bobine; de plus, on constate que le nombre des oscillations dans chaque décharge reste constant. La figure 1 est la reproduction d'une photographie d'une série d'étincelles oscillantes obtenue en introduisant progressivement (du haut en bas) dans la self-induction un tuyau mince en zinc ayant 20^{cm} de diamètre et 1^m de longueur. Les décharges initiales sont du côté droit de la planche. La fréquence d'oscillations par seconde est de 25000 pour la première étincelle; elle dépasse 50000 pour la dernière lorsque le tuyau est complètement introduit. La valeur de ce coefficient d'augmentation est, dans les conditions expérimentales données, 2,19. Elle semble être indépendante de la capacité, mais varie comme l'inverse de la distance entre la surface extérieure de la tôle de zinc et la paroi de la bobine de self.

Un cylindre en zinc fendu dans toute sa longueur ne produit pas l'effet signalé : la discontinuité du cylindre empêche les courants de Foucault de circuler. Nous avons utilisé ce fait pour éliminer l'effet des courants de Foucault dans le cas d'un cylindre en fer.

L'introduction d'un tuyau en fer engendre la suppression des oscillations à l'exception de la première ([1]). Ce phénomène est admirablement accusé par notre disposif à l'aide duquel on voit les oscillations disparaître l'une après l'autre au fur et à mesure qu'est introduit un cylindre en tôle de fer (diamètre, $19^{cm},5$; longueur, 1^m) dans la bobine. On peut alors constater une légère *augmentation* de la fréquence d'oscillations (1,3 fois environ) due aux courants de Foucault. Pour éliminer l'action de celles-ci, nous avons remplacé le cylindre continu par un cylindre fendu : la suppression des oscillations est presque la même qu'avec un cylindre continu, mais la fréquence d'oscillations est légèrement *diminuée* (de 5 pour 100 environ). La série de photographies de la figure 2 a été obtenue en introduisant progressivement un cylindre fendu en fer doux dans la bobine de self.

En résumé *les courants de Foucault augmentent la fréquence d'oscillations par seconde sans influer sur le nombre des oscillations dans chaque décharge.* L'hystérésis du fer détruit les oscillations et en diminue plus ou moins la fréquence.

En terminant, mentionnons encore les faits suivants, qui sont tous facilement démontrés à l'aide de notre dispositif :

1. Si, après avoir détruit les oscillations à l'aide du cylindre en fer, on glisse le cylindre en zinc entre celui de fer et la paroi de la bobine de manière à former écran autour du fer, les oscillations reparaissent avec la fréquence augmentée par les courants de Foucault.

2. Un circuit magnétique fermé a donné le même résultat qu'un circuit ouvert.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 917.

3. Deux cylindres de fer (fendus) de 50^{cm} de long chacun, introduits dans la bobine et isolés l'un de l'autre par une plaque de bois de 2^{cm} d'épaisseur, ont le même effet qu'un seul cylindre de 1^m de long.

4. Avec un noyau (50^{cm} de long et 10^{cm} de diamètre) composé d'un grand nombre de fils de fer doux (diamètre du fil : 1^{mm}), on aperçoit encore trois oscillations complètes et la fréquence d'oscillations est *diminuée considérablement*, comme l'a déjà observé pour ce cas M. Marchant (1).

RADIOLOGIE. — *Étude de la puissance radiographique d'un tube à rayons* X. Note de M. S. **Turchini**, présentée par M. d'Arsonval.

En appelant I l'intensité du courant qui passe dans un tube à rayons X, et T le temps de pose, si le produit IT est constant, à étincelle équivalente constante, l'impression radiographique est toujours la même (2).

Ayant déterminé les variations d'éclat données par un tube à rayons X en radioscopie (3), j'ai répété les mêmes expériences au point de vue radiographique.

Sur une plaque sensible et dans sa partie centrale, afin d'éviter autant que possible le voile des bords, j'ai fait seize poses de 5 secondes chacune. Pour cela, au milieu d'une large plaque de plomb, j'ai découpé seize petits carrés, et j'ai posé le réseau ainsi constitué sur le châssis contenant la plaque sensible. Au moyen de lames de plomb convenablement disposées, quinze de ces carrés étaient toujours recouverts, pendant que le seizième subissait l'action des rayons X.

Huit de ces poses correspondent à une grosse bobine de 45^{cm} d'étincelle, les huit autres à une petite bobine de 25^{cm} d'étincelle. Les huit poses correspondant à chaque bobine ont été faites avec quatre étincelles équivalentes : 13, 10, 8 et 6 centimètres. Pour chaque étincelle on a employé deux intensités : $0^{mA},4$ et $0^{mA},6$. La fréquence de l'interrupteur était de 31 interruptions par seconde, fréquence que j'ai vue dans une étude précédente être la meilleure.

J'ai obtenu ainsi seize carrés différemment impressionnés, qui ont été soumis à des mesures photométriques par la méthode de Camichel (4).

(1) *Nature* (*London*), t. LXII, 1900, p. 113.

(2) D'Arsonval, *Dispositif permettant de rendre identiques les tubes à rayons* X (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1142).

(3) Turchini, *Sur les variations d'éclat d'un tube à rayons* X (*Comptes rendus*, 17 avril 1905, n° 16).

(4) Camichel, *Sur la spectrophotométrie photographique* (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1413).

La plaque impressionnée étant placée devant le photomètre, j'ai formé sur cette plaque, au moyen d'une lentille, l'image réelle d'un petit trou éclairé par un bec Auer. Cela fait, en amenant successivement sur cette image les diverses plages impressionnées, on en mesurait la transparence.

Pour avoir des nombres absolus, j'ai déterminé l'absorption de la lumière par la gélatine non impressionnée. Pour cela j'ai utilisé les parties de la plaque qui avaient été protégées par la lame de plomb et développées en même temps que les plages impressionnées. Le nombre lu au photomètre a été : 38.

L'intensité de l'impression radiographique sera proportionnelle à

$$\left(\frac{N}{38}\right)^2,$$

N étant le nombre lu au photomètre pour chaque plage impressionnée.

Voici alors les nombres que j'ai obtenus :

Grosse bobine.

I = $0^{mA},4$. Numéros des plages impressionnées.	Étincelles équivalentes.	$\left(\frac{N}{38}\right)^2$.	I = $0^{mA},6$. Numéros des plages impressionnées.	Étincelles équivalentes.	$\left(\frac{N}{38}\right)^2$.
1	13		2	13	2,66
3	10	1,74	4	10	
5	8		6	8	2,50
7	6	1,40	8	6	1,73
Petite bobine.					
1	13	1,87	2	13	3,5
3	10		4	10	3
5	8	1,73	6	8	2,50
7	6	1,28	8	6	1,65

L'examen de ces nombres montre que l'impression radiographique à intensité constante augmente avec l'étincelle équivalente, jusque vers 10^{cm} d'étincelle; à ce moment la courbe est pratiquement confondue avec une asymptote horizontale.

On voit également que les impressions obtenues avec la petite bobine, toutes choses égales d'ailleurs, sont plus fortes que celles qui ont été obtenues avec la grosse bobine.

Ces résultats sont identiques à ce qui a été vu en Radioscopie et permettent de dire que le tube de Crookes suit en Radiographie les mêmes lois qu'en Radioscopie.

Il ressort de cette étude que, en Radioscopie et en Radiographie, il n'y

a aucun avantage à employer des étincelles équivalentes supérieures à 10^{cm} ou 12^{cm}, ce que la pratique courante avait d'ailleurs déjà reconnu.

Quoiqu'on n'ait pas encore pu faire de mesures, il est vraisemblable que les effets radiothérapiques doivent suivre les mêmes lois que les effets radioscopiques et radiographiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des gaz issus d'une flamme.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. Mascart.

I. M. Mac Clelland a fait en 1898 (¹) l'étude de la conductibilité que présentent les gaz issus d'une flamme. Un bec Bunsen ordinaire était placé sous une cheminée métallique, dans laquelle se trouvaient des électrodes isolées qu'on pouvait relier à un électromètre; les gaz étaient aspirés par une trompe à eau. La mesure de la mobilité des ions faite par la méthode dite *des courants gazeux*, qui a été imaginée à cette occasion, a conduit au résultat suivant : à mesure que les gaz se refroidissent en s'éloignant de la flamme, les mobilités diminuent; à 105° elles sont de $0^{mm},4$ environ, mais la température n'a pu être abaissée davantage.

J'ai appliqué depuis (²) la méthode des courants gazeux à l'étude de l'ionisation par le phosphore et par diverses réactions chimiques, et j'ai trouvé dans tous les cas des mobilités de l'ordre de $0^{mm},01$. En rapprochant ces nombres de ceux qui avaient été trouvés par M. Townsend (³) pour les gaz de l'électrolyse, j'ai pu conclure à l'existence d'une classe nouvelle de gaz ionisés caractérisée par la petitesse de la mobilité des ions. M. Langevin (⁴) a signalé récemment un nouvel exemple de *gros ions* en étudiant l'ionisation propre de l'air atmosphérique.

Les expériences de M. Mac Clelland rendaient dès lors probable l'hypothèse que les gaz issus d'une flamme se rangeraient dans la même catégorie, à condition d'être ramenés à la température ordinaire. Le même fait était aussi rendu vraisemblable par les expériences que M. Langevin et moi (⁵) avons faites sur la mesure du rapport ε dans ces gaz. Je me suis proposé d'élucider définitivement cette question.

(¹) Mac Clelland, *Phil. Mag.*, t. XLVI, 1898, p. 29.

(²) E. Bloch, *Ann. de Chim. et Phys.*, t. IV, 1905, p. 25.

(³) Townsend, *Phil. Mag.*, t. XLV, 1898, p. 125.

(⁴) P. Langevin, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 232.

(⁵) P. Langevin et E. Bloch, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 792.

II. La méthode employée consiste à envoyer dans un condensateur cylindrique les gaz issus de la flamme d'un petit bec de gaz. On mesure à la manière habituelle, au moyen d'un électromètre Curie sensible, les courants qu'une différence de potentiel donnée entre les armatures peut faire passer à travers le gaz. Si, sans toucher à la flamme ni au courant d'air qui entraîne les gaz qu'elle émet, on fait croître progressivement cette différence de potentiel, on construira la courbe dite *de saturation*. La connaissance des dimensions géométriques de l'appareil et de la valeur absolue du débit d'air permettra de déduire de cette seule courbe la valeur de la mobilité des ions dans les conditions de l'expérience : il suffira pour cela, comme l'a montré M. Langevin (*loc. cit.*), de chercher les points de la courbe où la courbure est très prononcée.

La flamme est très petite (1^{mm} à 2^{mm}), ce qui permet de refroidir très rapidement les gaz qui en sont issus. Le courant d'air qui entraîne les gaz est produit par une canalisation d'air comprimé : il est débarrassé de poussières et d'ions par filtration sur du coton. Le débit du gaz est mesuré au moyen d'un manomètre étalonné du type Töpler, par le procédé décrit antérieurieurement (*loc. cit*).

Voici les principaux résultats obtenus :

1° Plus les gaz s'éloignent de la flamme, et plus la saturation est difficile; elle devient aussi moins nette, car la courbure des courbes s'étale sur un espace de plus en plus grand. En d'autres termes, la mobilité des ions diminue et devient moins bien définie.

2° Lorsque le temps mis par le gaz à aller de la flamme au condensateur croît de quelques secondes à 22 minutes, la mobilité décroît de 1^{mm} à $0^{mm},01$ environ. Les courants de saturation sont plus forts quand le tube extérieur est chargé négativement (dans le rapport de 5 à 4 environ). Le gaz doit donc emporter une charge négative; ce fait est facile à vérifier au cylindre de Faraday [1].

Dans les expériences citées plus haut et relatives à la mesure du rapport ε, les mobilités utilisées étaient de $0^{mm},5$ à 1^{mm}; on s'explique ainsi le résultat obtenu, $\varepsilon = 0,7$.

3° Il faut au moins 15 ou 20 minutes aux gaz issus de la flamme pour que les ions aient pris un état définitif d'équilibre correspondant à la mobilité de $0^{mm},01$. Cet état final ne semble pas résulter seulement d'un refroidissement progressif du gaz, mais bien plutôt d'un accroissement lent d'une

(1) Voir Lord Kelvin, *Nature*, avril 1897.

agglomération matérielle qui se serait formée autour du centre chargé. Un thermomètre montre en effet que le refroidissement complet des gaz ne demande pas plus d'une trentaine de secondes.

En résumé, les ions contenus dans les gaz issus d'une flamme prennent, au bout d'un temps suffisamment long, une mobilité d'équilibre de l'ordre de $0^{mm},01$. Ils doivent donc être classés eux aussi dans la catégorie des gros ions. L'étude précédente est, de plus, en faveur de l'hypothèse qu'il ne saurait exister aucune mobilité *stable* intermédiaire entre celles des gros ions et celle des petits ions ou ions ordinaires.

MAGNÉTISME. — *Sur l'ionisation et le coefficient d'aimantation des solutions aqueuses.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

I. Après avoir déterminé les coefficients spécifiques d'aimantation d'un certain nombre de sels ([1]), j'ai étudié au même point de vue les solutions de quelques-uns d'entre eux, et cette étude m'a amené à constater que le pouvoir magnétique ne se conservait pas toujours dans le phénomène de la dissolution, du moins lorsqu'il s'agit de sels fortement magnétiques : autrement dit, le pouvoir magnétique de la solution ne peut se calculer, dans ce cas, en faisant la somme algébrique des pouvoirs magnétiques relatifs au dissolvant et au sel dissous.

Pour mettre en évidence ce résultat et pour le présenter en même temps d'une façon systématique, j'ai calculé le pouvoir magnétique de la substance dissoute, par différence des pouvoirs magnétiques de la solution et du dissolvant; voici les résultats obtenus avec la solution aqueuse de sulfate de cuivre :

Sulfate de cuivre.	Coefficients d'aimantation (par rapport à l'eau).
A l'état solide	9,2
En solution de densité 1,1615	8,4
» » 1,1435	8
» » 1,0986	7,9
» » 1,0808	7,9
» » 1,0669	7,8
» » 1,050	7,9
» » 1,0395	7,9

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 782.

Ce Tableau manifeste un écart notable par rapport au même coefficient déterminé pour le sel solide: cet écart, qui va en s'accentuant au fur et à mesure qu'on s'adresse à des solutions plus étendues, tend rapidement vers une valeur limite, de sorte que le phénomène peut s'interpréter en admettant une décomposition graduelle de la molécule saline en éléments moins magnétiques, cette ionisation étant complète à partir d'une certaine dilution.

Avec le ferricyanure de potassium j'ai obtenu :

Ferricyanure de potassium.	Coefficients d'aimantation (par rapport à l'eau).
A l'état solide....................	11,4
En solution de densité 1,1803......	9,2
» » 1,1406......	9,2
» » 1,1130......	8,8
» » 1,0882......	8,8
» » 1,0875......	8,8
» » 1,0706......	8,6
» » 1,0548......	8,4
» » 1,0375......	8

Ces résultats sont d'accord avec ceux que l'on peut tirer des expériences faites par Becquerel et par Quincke sur ces mêmes solutions.

On a en effet :

Pour le sulfate de cuivre	de densité	1,1265 (Ex. de Becquerel)...	8,1
Pour le ferricyanure de potassium	»	1,1381 (Ex. de Quincke)....	9,2

Les nombres ainsi calculés (et corrigés du magnétisme de l'air dans le cas des expériences de Quincke) s'encadrent très bien dans les Tableaux précédents et j'ai pensé qu'on pouvait alors se servir des expériences de ces mêmes physiciens sur d'autres solutions pour manifester un semblable écart par rapport aux résultats que m'avaient donnés les sels solides.

Ainsi, pour le sulfate de fer solide, j'avais obtenu					....	60
L'expérience de Becquerel sur la solution de densité				1,1923	donne.....	55
»	»	»	»	1,1728	»	53
»	Quincke	»	»	1,2217	»	53
»	»	»	»	1,0750	»	52,6

Ces différences ne se manifestent, il me semble, qu'avec les sels fortement magnétiques; je n'ai pu les mettre en évidence pour les sels diama-

gnétiques ou faiblement paramagnétiques; il est vrai que, pour ces corps, le calcul présente une grande incertitude, car le coefficient relatif à la partie dissoute s'obtient par la différence de deux quantités très voisines, puisqu'elles sont relatives l'une à la solution, l'autre au dissolvant.

D'ailleurs, pour les corps de la première catégorie que j'ai étudiés plus haut, le pouvoir magnétique se conserve pendant la dilution, à partir d'une certaine concentration et le désaccord n'apparaît que si l'on compare le cas des dilutions étendues avec celui des solutions concentrées ou des sels solides; d'une manière générale, les résultats obtenus avec les solutions ne peuvent être appliqués aux sels cristallisés qu'avec une certaine réserve et, pour cette raison, les nombres donnés pour le magnétisme atomique ne peuvent être considérés comme exacts, lorsqu'ils sont le résultat d'une telle interprétation.

II. J'ai constaté une anomalie semblable, mais un peu plus complexe, avec l'alcool éthylique plus ou moins hydraté, dont *le coefficient spécifique d'aimantation n'est pas toujours intermédiaire entre ceux de l'alcool pur et de l'eau*.

Si l'on part de l'alcool absolu, dont le coefficient diamagnétique, 1,030, est un peu supérieur à celui de l'eau pris pour unité et qu'on y ajoute progressivement de l'eau, on obtient un liquide dont le coefficient magnétique va d'abord en croissant en valeur absolue, passe par un maximum voisin de 1,045 pour une teneur de 4 pour 100 en eau et décroît pour reprendre sa valeur initiale pour 8 pour 100 d'eau, de sorte que dans cet intervalle le coefficient magnétique est supérieur aux coefficients des deux constituants; la différence est d'ailleurs très faible et voisine de la précision dont on peut répondre, mais des expériences multiples m'ont donné des écarts systématiques et toujours dans le même sens.

Ce résultat peut être rapproché de celui qui a été obtenu pour les tensions de vapeur des mélanges d'alcool et d'eau : l'alcool à 96 pour 100 présente, aux environs de 78°, une tension de vapeur légèrement supérieure à celle de l'alcool pur; il y a donc, pour ce mélange et sous la pression ordinaire, une température d'ébullition minimum [1], et c'est ce qui explique pourquoi la distillation de l'esprit-de-vin fournit, non de l'alcool absolu, mais de l'alcool à 96° (mélange à point d'ébullition constant de Young).

---

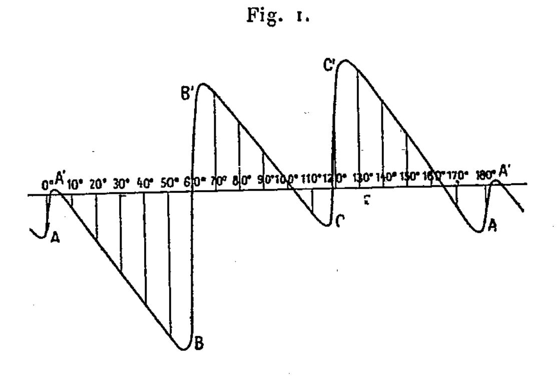
[1] YOUNG, *Fractional distillation*, Chap. III.

MAGNÉTISME. — *Propriétés de la pyrrhotine dans le plan magnétique.* Note de M. PIERRE WEISS, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note antérieure [1] j'ai montré que la pyrrhotine, ou pyrite magnétique, n'est susceptible de s'aimanter que parallèlement au plan de base du prisme hexagonal dont les cristaux de cette substance semblent dériver.

Les mesures dans ce plan magnétique ont donné des résultats très variables d'un échantillon à l'autre, possédant tout au plus la symétrie clinorhombique, à la place de la symétrie hexagonale attendue. La raison de cette complexité apparaît à l'examen de la courbe ci-dessous (*fig.* 1), dans laquelle j'ai porté en abscisses les azimuts d'un champ magnétique

Fig. 1.



constant, de 4000 gauss, agissant dans le plan magnétique et en ordonnées les composantes de l'aimantation perpendiculaires au champ. Le phénomène se reproduit à 180° de distance.

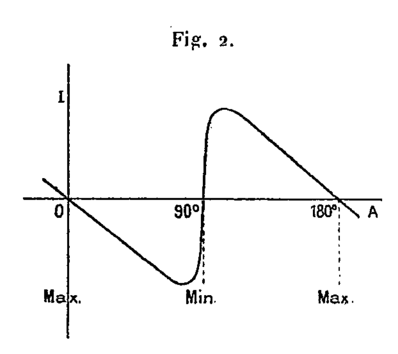
Pour interpréter cette courbe j'ai recours à une image. Supposons que nous fassions tourner le champ magnétique dans le plan d'une plaque elliptique de fer doux. Aux axes, l'aimantation coïncidera avec le champ. Le grand axe sera un maximum, le petit un minimum d'aimantation. Pour toute autre direction du champ, l'aimantation sera plus voisine du grand axe que le champ. Dans la rotation continue du champ, l'aimantation tournera donc plus lentement que celui-ci dans le voisinage du grand axe et plus vite dans le voisinage du petit axe. Si l'ellipse est très allongée, dans le voisinage du minimum la composante de l'aimantation perpendiculaire au champ passera presque

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 1099.

instantanément d'une très grande valeur négative à une très grande valeur positive, comme le représente la figure 2.

La figure 1 résulte visiblement de l'addition des ordonnées de trois courbes analogues à celles de la figure 2, construites à des échelles différentes et déplacées les unes par rapport aux autres de 60° et de 120°.

Fig. 2.



Nous supposerons donc que l'édifice complexe du cristal est formé par la juxtaposition de cristaux élémentaires dont les plans magnétiques sont parallèles et qui possèdent chacun un maximum et un minimum d'aimantation rectangulaires. Ces cristaux sont associés dans le plan magnétique sous des orientations différant entre elles de 60° ou, ce qui revient au même, de 120°.

L'amplitude des variations brusques (AA', BB', CC', *fig.* 1) donne l'importance relative des trois composantes. Cherchant à isoler la pyrrhotine élémentaire, j'ai déterminé la composition de plusieurs centaines d'échantillons. Pour certains d'entre eux les trois amplitudes étaient sensiblement les mêmes, pour d'autres deux éléments prédominaient, pour d'autres encore un seul était prépondérant. Mais, même en divisant la matière en tout petits fragments, je n'ai pu rencontrer un échantillon absolument simple. J'ai mesuré sur un petit clivage :

Première direction.	Deuxième direction.	Troisième direction.
100	4,75	3,1

Sur un échantillon de $0^{mg},4$, trop petit pour des mesures précises, j'ai évalué :

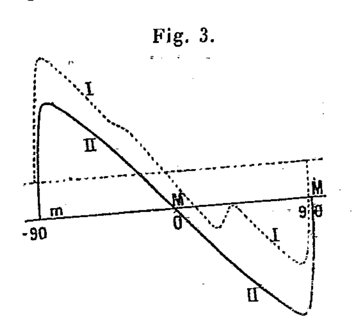
100	3	0

L'existence de la matière simple est donc certaine. N'ayant pu l'isoler, j'ai décrit ses propriétés de mesures faites sur des cristaux complexes. Pour une matière dans laquelle un des éléments prédomine, j'ai déterminé par tâtonnements les deux coefficients par lesquels il faut multiplier les ordonnées, pour les retrancher ensuite avec une avance de 60° et de 120°, afin que le reste représente les propriétés de la pyrrhotine élémentaire. Dans la figure 3, la courbe I est expérimentale, elle se rapporte à une pyrrhotine dans laquelle les cristaux élémentaires sont entre eux comme

100 : 5,4 : 19,6. La courbe II est corrigée des deux cristaux parasites. Le critérium de cette correction est la régularité de la courbe entre A et B.

La composante de l'aimantation parallèle au champ est traitée de même, et ces opérations sont répétées pour plusieurs valeurs du champ. Les lois

Fig. 3.



expérimentales de l'élément simple ainsi obtenues sont compatibles avec la symétrie orthorhombique.

Le ferromagnétisme est donc, dans certains cas, un moyen d'investigation des groupements cristallins. Je décrirai prochainement les propriétés magnétiques de l'élément simple de la pyrrhotine.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'identité de cause du silhouettage blanc et du silhouettage noir.* Note de M. A. GUÉBHARD, présentée par M. G. Lippmann.

D'après la spécialité d'un exemple cité dans ma Note du 13 mars 1905, l'on a pu croire, quoiqu'il fût spécifié qu'il s'agissait d'*inversion*, qu'en donnant, d'une manière générale, au silhouettage l'*irradiation* pour cause première et le *surdéveloppement* pour cause révélatrice, ceci ne pouvait s'appliquer au *silhouettage blanc* [qui était cependant celui dont j'avais présenté un exemple, tout imprimé ([1]), et obtenu à travers un objectif, à la Société de Physique, le jour où y fut soulevée la question], et affirmé que rien de semblable ne s'observe sur les images données par un objectif ([2]). En réalité, il suffit d'une application judicieuse du diagramme invoqué ([3]), pour

([1]) A. GUÉBHARD, *Sur l'inversion photographique* (*Revue des Sciences photographiques*, t. I, 1904, p. 260, 2 planches).

([2]) Séance du 3 février 1905.

([3]) A. GUÉBHARD, *Essai de représentation de la loi du développement photographique*

en tirer l'explication commune de l'une et l'autre sorte de silhouettage, qui n'ont de contradictoire qu'une pure apparence verbale.

Un papier au chlorure d'argent pour noircissement direct ayant reçu deux impressions juxtaposées, l'une très faible, l'autre à peu près normale, si on le soumet à un surdéveloppement énergique, par exemple à l'acide gallique mélangé d'azotate d'argent, on voit la moitié la plus impressionnée monter assez vite, mais l'autre la rattraper bientôt (¹), et, entre deux, paraître une bande claire.

C'est qu'en effet, dans le schéma (*fig.* 1), la marche du noir de l'impression principale,

Fig. 1.

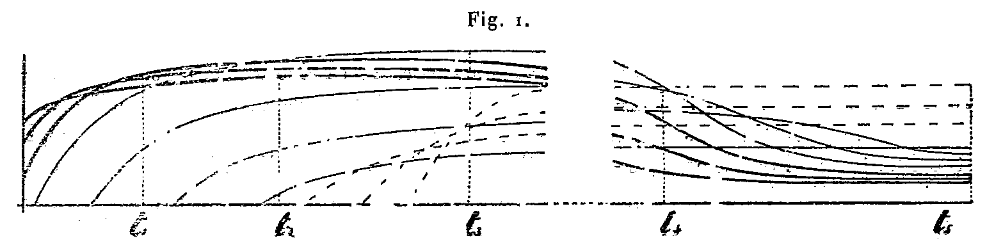


Diagramme schématique de la marche du noircissement en fonction de la durée du développement, suivant l'impression reçue.

pale, simplement moyenne et point *extrême* comme dans mon exemple initial, est figurée, non point par l'une des grosses courbes à chute rapide, mais par l'un des traits fins moyens, en dessous duquel la sous-valeur de l'irradiation se maintient parallèle à courte distance, longtemps après que la rapide ascension de la courbe (pointillée) de moindre valeur a, par son recoupement, marqué le début de l'*inversion*, et l'accentuation en clair, par contraste, entre deux plages plus foncées, du simple dégradé imperceptible des premiers instants.

Une autre variété de *silhouettage blanc*, qui ne pouvait être prévue avant qu'eût été reconnue la forme ondulatoire (²) et point du tout asymptotique (³) de la fonction photographique elle-même, résulte immédiatement

---

en fonction de sa durée (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 491). Si je reproduis la figure telle quelle, malgré la nécessité, prévue dès l'origine, et maintenant devenue certaine, d'importants changements, c'est pour ne point paraître l'avoir remaniée uniquement pour les besoins de la cause.

(¹) Cette rapidité d'ascension des plages *sous*-posées en *sur*-développement est la particularité qui me frappa la première au début de mes recherches, et sur laquelle, à cause de sa singularité, j'insistai toujours le plus (*Bull. Soc. fr. de Phot.*, t. XX, décembre 1903 et février 1904, p. 64 et 189; *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 22 février 1904, p. 491, etc.).

(²) *Société de Physique*, 3 février 1905.

(³) C'est en tablant sur des expériences, qui paraissaient décisives, de MM. A. et L. Lumière (*Bull. Soc. fr. de Phot.*, 2ᵉ série, t. IV, 1888, p. 209), que j'avais donné une

de la figure toute symbolique (¹) que je donne (*fig.* 2) de la marche du noircissement en fonction des impressions.

Fig. 2.

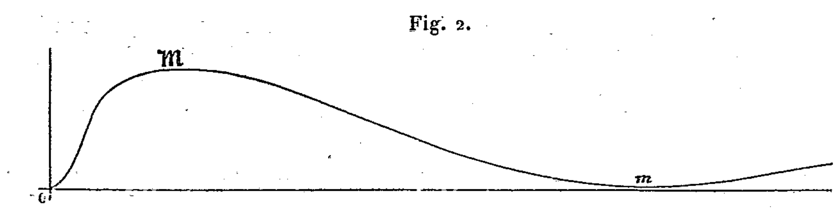


Schéma de la fonction photographique.

Si, au lieu de limiter l'irradiation entre deux valeurs quelconques, à réactions mutuelles indéterminées, on maintient l'une des valeurs égale à zéro, en graduant l'autre, sur un même phototype, au moyen de poses fractionnées ou de caches à échelons (²), il est évident que l'irradiation, s'étalant librement de la plage illuminée vers l'autre, inscrira sur celle-ci toute la dégradation de sa chute au zéro, en donnant, à tout instant, par ses noirs, l'image en raccourci de toute la partie de courbe, à un petit intervalle près, parcourue en sens inverse par la valeur impressionnante : simple chute rapide, pour commencer, vague flou écourté, jusqu'au maximum; puis, sommet détaché à deux versants, ruban noir que repousse peu à peu loin du bord une montée de plus en plus longue, avec saut de départ de plus en plus atténué, remplacé finalement, après le passage au minimum, par un fossé en pente douce, ou liséré blanc, au delà duquel manquent encore, pour le moment, les données précises.

En réalité, dès qu'on approche des valeurs grandes, on peut remarquer une certaine anticipation sur ces prévisions, d'ailleurs strictement vérifiées. C'est qu'alors s'ajoute apparemment, à l'irradiation interne, un appoint devenu capable de combler, et au delà, le petit écart qui la sépare de la valeur principale. Appoint venu, sans doute, des bords de la cache, et qui devient manifeste, au même moment qu'autour des petites ouvertures se révèle le rôle des réflexions dites *de halo*, presque impossibles à éliminer totalement, même sur les pellicules les plus minces. Mais aucune de ces complications accessoires ne saurait justifier qu'on cherchât ailleurs que dans les diverses modalités de l'irradiation les causes d'un phénomène

allure asymptotique à la partie extrême du diagramme dont la partie moyenne reçoit aujourd'hui même une nouvelle preuve de validité.

(¹) Rigoureusement, il faudrait autant de courbes qu'il y a de modalités d'énergie active.

(²) Les deux méthodes ne s'équivalent pas : la dernière étudie l'irradiation à égalité de temps, pour des valeurs d'illumination diverses; l'autre, à éclairement constant, pour des temps divers.

dont l'interprétation, pour être complète, n'a plus besoin que d'un simple recours rationnel aux lois générales du développement forcé.

PHYSIQUE. — *Triboluminescence des composés métalliques.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. J. Violle.

Dans deux études relatives à la luminescence de l'anhydride arsénieux et du sulfate de potassium ([1]), j'ai démontré : 1° que les dégagements de lumière ne se produisent pas au moment de la naissance des cristaux, mais qu'ils sont postérieurs à leur formation ; 2° qu'ils résultent de leur rupture ; 3° qu'on peut les produire à volonté. Des manifestations lumineuses analogues avaient été signalées par Berzelius (1823) avec le fluorure de sodium, et par Pfaff, puis Stieren (1836) avec l'azotate de strontium, mais comme phénomènes accidentels qu'on ne pouvait reproduire à volonté. J'ai constaté que si on laisse se former lentement des cristaux de ces corps ils émettent de la lumière au moment où on les brise. Ils sont triboluminescents comme ceux de l'anhydride arsénieux et du sulfate de potassium.

Il existe un grand nombre de corps qui ont cette propriété. Dans un important travail, relativement récent, M. L. Tschougaeff ([2]) a reconnu que, sur 510 composés chimiques essayés, 127 sont triboluminescents. Sur ce nombre, six produits minéraux seulement ont donné de la lumière à la rupture des cristaux. Ce sont : l'azotate d'uranyle signalé jadis par Ed. Becquerel, le sulfate de potassium indiqué par Heinrich (1774), l'azotate de baryum par Werner, le fluorure d'ammonium et le cyanure mercurique et l'acétate d'uranyle. Les 121 autres étant des composés organiques, l'auteur a été naturellement conduit à considérer le phénomène comme une propriété spéciale des matières organiques.

Cette observation m'a paru excessive, car il est bien connu, par les observations anciennes de Heinrich, de Moiron, de Castello, de Werner, de Dessaignes ([3]), qu'un grand nombre de minéraux ont la propriété de dégager de la lumière à la rupture.

Ces minéraux, même lorsqu'ils sont bien cristallisés, sont le plus souvent très complexes. Les procédés analytiques les meilleurs nous renseignent

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1134 et 1234.
([2]) *Journal de la Société phys. chim. russe,* t. XXXII, 1900, p. 837.
([3]) Voir GMELIN, t. I, p. 193, 1re édition, 1843.

sur la nature des éléments qui les constituent et sur leurs poids relatifs, mais avec une précision qui n'a rien d'absolu. Il arrive souvent que des cristaux de même forme et, en apparence, de même composition, trouvés dans des gîtes différents, n'ont pas tous telle propriété constatée chez certains d'entre eux : effet qui peut tenir à la présence de quantités d'un corps étranger assez petites pour échapper à l'analyse. Il peut se faire aussi que des quantités très minimes d'un corps actif communiquent à des cristaux très différents la même propriété. J'ai pensé qu'il y aurait plus de sûreté dans les conclusions résultant des expériences à n'essayer que les composés chimiques préparés avec des corps dont on peut éliminer les éléments étrangers par les procédés ordinaires de purification.

Les essais ont été faits dans une chambre obscure où il est nécessaire de séjourner au moins 20 minutes avant de faire aucune observation, si l'on a été antérieurement exposé à la grande lumière du jour. Cette précaution, signalée par tous ceux qui ont cherché à percevoir de faibles lueurs, est indispensable et elle explique l'insuccès des observateurs auxquels a échappé la connaissance des corps faiblement luminescents. Les cristaux placés dans un vase de verre un peu épais étaient écrasés contre la paroi avec une tige rigide de platine.

La liste suivante indique : 1° les composés formés par les acides minéraux avec les métaux ; 2° ceux qui résultent de l'union d'acides organiques avec les métaux.

I. Arséniate monobarytique. Azotates d'aluminium, de baryum, de cadmium, de lanthane et ammonium, de lanthane, ammonium et praséodyme; de lanthane, didyme et potassium; de lanthane et sodium; de lithium, de mercure, de strontium.

Borate d'ammonium, biborates de potassium, de sodium.

Bromates de baryum, potassium, sodium. Bromures de potassium, sodium.

Chlorates de baryum, strontium. Chloroplatinate de potassium.

Chlorures de baryum, sodium, strontium, palladium tétra-ammonique.

Cyanure mercurique. Ferrocyanure de lithium et potassium.

Fluorures d'ammonium, sodium. Hyposulfate et hyposulfite de potassium.

Hypophosphates acides d'ammonium, de potassium.

Iodates d'argent, de potassium. Iodure de baryum.

Molybdates de magnésium, de potassium et sodium.

Orthophosphates diammonique, dichromique, dimanganique, monosodique, monostrontique, d'uranyle. Pyrophosphates disodique, tétrasodique, thalleux.

Phosphites diplombique, monosodique.

Platinocyanures de baryum, lithium, magnésium, potassium et sodium, yttrium.

Sulfates d'aluminium et d'ammonium, potassium, rubidium, thallium (aluns).

Sulfates de cadmium, cérium, cuivre, lithium; lithium et potassium, magnésium et ammonium, magnésium et potassium, nickel et ammonium, nickel et potassium, potassium, uranyle, uranyle et potassium, yttrium, zinc et potassium, zinc et thallium.

II. Acétates d'uranyle, d'uranyle et sodium. Citrate d'ammonium.

Formiates de calcium, cuivre, lithium, strontium, zinc.

Malate acide d'ammonium. Oxalates neutre d'ammonium, acide de lithium.

Phénylène-bisulfite de potassium. Phénylsulfate de sodium. Succinate d'ammonium.

Tartrates acide et neutre d'ammonium, de potassium; acide de rubidium, de sodium; d'ammonium et sodium droit et gauche; de potassium et sodium droit; acide et neutre de thallium; émétique de thallium.

En tout, une centaine de composés triboluminescents en y comprenant les six composés rappelés par M. L. Tschougaeff, l'oxalate d'ammonium signalé par lui et le bitartrate de potassium indiqué antérieurement. Sur ces 100 composés, 74 sont purement minéraux, les 26 autres sont des sels de métaux à acides organiques. On voit donc que la triboluminescence n'est pas une propriété spéciale surtout aux composés organiques. Sans doute, avec un instrument plus sensible que l'œil humain, il serait possible de la manifester dans un très grand nombre de composés chimiques de nature quelconque.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés de quelques chlorures anhydres de métaux rares.* Note de M. **Camille Matignon.**

J'ai indiqué précédemment [1] les différentes méthodes suivies pour la préparation des chlorures anhydres des métaux rares; depuis, j'ai déterminé les propriétés physiques des chlorures de lanthane, praséodyme, néodyme et samarium.

Forme cristalline. — La masse liquide de ces chlorures fondus se solidifie en formant des aiguilles enchevêtrés, isolées parfois sur une longueur de plusieurs centimètres, mais rattachées le plus souvent à la masse par leurs extrémités. Dans le cas du samarium, l'une des extrémités de ces aiguilles est souvent libre et présente par suite un pointement. Toutefois l'extrême déliquescence de ces sels n'a pas permis de faire des mesures d'angle sur ces aiguilles. Les cristaux de ces différents chlorures paraissent absolument identiques; ils sont sans doute isomorphes entre eux, propriété reconnue pour les autres sels. Tous ces chlorures ressemblent d'une façon frappante à certaine variété d'arragonite connue sous le nom d'*arragonite bacillaire*.

Couleur. — Le chlorure de lanthane est incolore à toutes les températures, celui de néodyme est rose avec une pointe de violet; à sa température de fusion, il devient ver-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 289; t. CXXXIV, p. 427 et 1308; t. CXXXVIII, p. 595 et 924; t. CXL, p. 1181.

dâtre. Les chlorures de praséodyme et de samarium sont respectivement vert clair et jaune paille clair, leur teinte se fonce assez fortement quand la température s'élève.

Densité. — La densité de ces chlorures, préalablement fondus, a été prise dans le nitrobenzène, en opérant par la méthode ordinaire du flacon. Le nitrobenzène a l'avantage de ne pas s'échapper par les fermetures les mieux rodées, comme le font la plupart des autres liquides organiques beaucoup plus mobiles. Toutes ces densités ont été rapportées à l'eau à 4° :

Lanthane	$d_4^{18} = 3,947$
Praséodyme	$d_4^{18} = 4,017$
Néodyme	$d_4^{18} = 4,195$
Samarium	$d_4^{18} = 4,465$

Point de fusion. — La sensibilité de ces chlorures à l'action de l'oxygène ou de l'eau oblige à déterminer leur point de fusion dans un courant de gaz inerte bien desséché. Le chlorure, grossièrement concassé, est introduit dans un petit creuset au milieu duquel plonge la soudure d'une pince Le Chatelier, puis le tout est disposé au centre d'un tube parcouru par un courant de gaz chlorhydrique. On détermine la température à la fusion et à la solidification ; cette dernière est particulièrement commode à déterminer; quand la température s'abaisse, le chlorure reste quelque temps surfondu, puis lorsque la surfusion cesse, la température remonte jusqu'au point de fusion. L'aiguille du galvanomètre qui descendait lentement remonte alors brusquement et indique ensuite la température cherchée.

On a trouvé les températures suivantes :

Lanthane	907°
Praséodyme	818
Néodyme	785
Samarium	686

Chaleur de dissolution dans l'eau. — La dissolution a été faite dans des proportions voisines de la composition $MCl^3\,1300H^2O$ à la température de 17°. Les chaleurs de dissolution moléculaires, déterminées dans ces conditions, ont les valeurs qui suivent :

Lanthane	31,30 cal
Praséodyme	33,50
Néodyme	35,40
Samarium	37,40

Afin de pouvoir calculer la chaleur de formation de ces chlorures à partir des oxydes correspondants, j'ai mesuré aussi la chaleur dégagée par la dissolution des oxydes dans une solution chlorhydrique étendue.

Chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique étendu. — Les oxydes sont préparés par la calcination des oxalates précipités eux-mêmes dans une solution de nitrates. Comme les produits obtenus sont toujours un peu carbonatés, on les chauffe fortement

dans un courant d'hydrogène. Les oxydes ainsi purifiés se dissolvent immédiatement dans une solution chlorhydrique étendue et froide :

$$M^2O^3 \text{ solide} + 6\,HCl \text{ dissous} = 2\,MCl^3 \text{ dissous} + 3\,H^2O \text{ liquide} + Q.$$

On a trouvé pour Q défini par l'équation précédente :

	Cal
Lanthane	114,6
Praséodyme	106,2
Néodyme	105,5
Samarium	94,6

Les expériences ont été faites à 17° et la solution chlorhydrique employée contenait une demi-molécule par litre.

Chaleur de formation à partir des oxydes. — En désignant par Q_1 la moitié de la chaleur dégagée dans l'équation suivante :

$$M^2O^3 \text{ solide} + 6\,HCl \text{ gazeux} = 2\,MCl^3 \text{ solide} + 3\,H^2O \text{ solide} + 2\,Q_1,$$

on trouve pour Q_1 les quantités de chaleur indiquées dans le Tableau :

	Cal
Lanthane	80,3
Praséodyme	73,9
Néodyme	71,6
Samarium	64,2

Je montrerai ultérieurement toutes les conséquences qu'il est possible de déduire de ces valeurs.

Les propriétés étudiées peuvent être résumées dans le Tableau suivant :

	La.	Pr.	Nd.	Sm.
Masse atomique	138,6	140,5	143,6	150
Densité	3,947	4,017	4,195	4,465
Point de fusion	907°	818°	785°	686°
Chaleur de dissolution	31^Cal,3	33^Cal,5	35^Cal,4	37^Cal,4
Chaleur de formation à partir de l'oxyde et du gaz chlorhydrique	80^Cal,3	73^Cal,9	71^Cal,6	64^Cal,2

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une réaction du rhodium.* Note de M. **Piñerúa Alvarez**, présentée par M. A. Ditte.

Le liquide bleu qui, d'après Claus, se produit avec le précipité vert d'hydrate orthorhodique $[Rh(OH)^4]$ obtenu en oxydant indirectement par le

chlore ou un hypochlorite une solution alcaline d'un sel de rhodium, peut être un caractère analytique d'une grande valeur, pour l'enseignement dans le laboratoire, des réactions de ces composés, en opérant de la façon que nous allons décrire.

A une solution aqueuse diluée d'un sel soluble quelconque de rhodium, comme par exemple le chlororhodate sodique

$$(RhCl^3, 3ClNa = RhCl^6Na^3)$$ (1),

on ajoute un excès de soude ($NaOH$) pour obtenir une dissolution alcaline de sesquihydrate de rhodium [$Rh(OH)^3H^2O$] (2) et ensuite on fait agir sur ce liquide le mélange gazeux produit par la réaction à froid de l'acide chlorhydrique concentré sur le chlorate de potassium; on opère avec un tube d'essai pourvu d'un autre tube plus étroit, conducteur du gaz, et dont l'extrémité est introduite dans la solution.

Les phénomènes que nous observons sont les suivants : tout d'abord la solution alcaline de chororhodate de sodium très diluée et presque incolore acquiert une couleur d'un *jaune rougeâtre* qui passe immédiatement au *rouge;* cette coloration rouge devenant bientôt très intense, il arrive un moment, si le courant gazeux de chlore continue d'agir, où le liquide louchit et commence à se troubler par l'apparition d'un faible précipité *vert* qui se dissout finalement en donnant *un liquide d'une belle couleur bleue* dont la nuance est très semblable à celle d'une solution de composé cuprique dans l'ammoniaque : le composé soluble qui communique la couleur bleue au liquide est le perrhodate de sodium (RhO^4Na^2), de Claus.

En faisant réagir ce liquide sur une solution récente de gaz sulfureux, il perd instantanément sa couleur bleue et acquiert une légère coloration jaune, due au sulfate rhodique qui se produit.

Le peroxyde de sodium et le persulfate décolorent aussi le liquide avec une vive effervescence d'oxygène, les composés peroxydés alcalins et le perrhodate.

Le chloroforme, l'éther anhydre et le benzène pur ne dissolvent pas ce composé bleu de rhodium.

L'aniline pure prend une coloration rouge (due à la réduction partielle du composé perrhodique) et le liquide se décolore.

En résumé : la production de l'acide perrhodique ou du perrhodate de sodium, de la façon que nous venons d'indiquer, nous fournit une réaction

(1) Nous avons obtenu le chlororhodate de soude en chauffant au rouge un mélange de *rhodium* commercial en poudre, avec quatre fois son poids de chlorure de sodium fondu; le mélange est introduit dans un tube de verre d'Iéna, traversé par un courant de chlore sec.

(2) La formule $Rh(OH)^3H^2O$ est celle du sesquihydrate de rhodium hydraté.

facile, caractéristique et sensible, pour distinguer le rhodium de tous les autres métaux du même groupe.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux ammoniums sur les alcools : méthode générale pour la préparation des alcoolates.* Note de M. E. CHABLAY, présentée par M. A. Haller.

Au point de vue de l'énergie des réactions, il y a lieu de diviser les alcools en alcools primaires, secondaires et tertiaires. J'ai réussi à préparer les alcoolates à basse température; du moins tous les alcools sur lesquels j'ai opéré m'ont donné de bons résultats. En principe, cette préparation consiste à dissoudre séparément le métal alcalin et l'alcool dans l'ammoniaque liquide et à mélanger ensuite les deux solutions ammoniacales. La manière d'opérer étant la même pour tous les alcools, je vais la décrire sommairement une fois pour toutes.

L'appareil est tout en verre et se compose de deux branches réunies par un tube plus étroit soudé à chacune d'elles. Dans l'une de ces branches on introduit, avec les précautions connues, le métal alcalin fondu dans un courant d'hydrogène, dans l'autre une quantité exactement connue d'alcool. On fait ensuite communiquer l'appareil, par des tubes de plomb, d'une part avec le réservoir d'ammoniaque, d'autre part avec un appareil destiné à recueillir l'hydrogène. Cet appareil est analogue à celui de Dupré pour le dosage de l'azote; la soude y est remplacée par de l'acide sulfurique moyennement étendu qui absorbe l'ammoniac; le tube de dégagement qui plonge dans le mercure a une hauteur suffisante pour servir de tube barométrique. On condense ensuite de l'ammoniac en refroidissant les deux branches avec CO^2 solide et l'acétone; le métal alcalin se dissout en donnant la liqueur bleu indigo caractéristique; l'alcool également se dissout. Quand on juge suffisante la quantité d'ammoniac condensé, on procède à la réaction en versant la solution du métal ammonium dans la solution de l'alcool. C'est ici qu'il y a lieu de distinguer les alcools primaires, secondaires et tertiaires.

Alcools primaires. — Avec les alcools primaires, la réaction est instantanée; dès que le métal ammonium arrive au contact de l'alcool, la décoloration a lieu et de l'hydrogène se dégage en même temps que le dérivé sodé qui est insoluble se précipite. On continue à verser le métal ammonium jusqu'à coloration persistante; à ce moment, la réaction est terminée et le dégagement d'hydrogène cesse. Mes expériences ont porté sur l'alcool éthylique absolument anhydre et j'ai trouvé que la quantité d'hydrogène fournie correspondait à la quantité d'alcool employée.

Alcool éthylique..........	4,212 millimolécules
Hydrogène correspondant..	4,212 milliatomes ou 47^{cm^3}
H^2 trouvé................	48^{cm^3}

Ces résultats montrent que la réaction du métal ammonium a été celle du métal alcalin lui-même; elle peut se traduire par l'équation suivante :

$$R.CH^2.OH + AzH^3Na = R.CH^2.ONa + AzH^3 + H.$$

L'analyse du produit sodé m'a conduit aux mêmes résultats; pour le préparer on opère d'une façon un peu différente sur laquelle j'insisterai à propos des alcools polyatomiques.

Alcools secondaires et tertiaires. — Ces alcools se comportent un peu autrement que les alcools primaires; mais n'ayant pas remarqué entre les alcools secondaires et tertiaires de différence sensible au point de vue de l'énergie de la réaction, je ne les séparerai pas. Mes expériences ont porté sur l'alcool isopropylique et sur le triméthylcarbinol; l'action est bien moins énergique qu'avec les alcools primaires. Quand on verse le métal ammonium dans l'alcool, la coloration bleue persiste quelques instants et, au fur et à mesure que la quantité d'alcool libre diminue, le phénomène se ralentit. On ne peut avoir de renseignements absolument exacts par le dégagement d'hydrogène, car la réaction principale est masquée par la réaction secondaire bien connue

$$2AzH^3 \quad Na = 2AzH^2 - Na + H^2.$$

Cependant, cette réaction étant excessivement lente, on peut la distinguer de la réaction principale.

Il faut avoir recours à l'analyse du produit sodé; pour le préparer on opère inversement, c'est-à-dire que l'on verse l'alcool en excès (2^{mol} ou 3^{mol} d'alcool pour 1^{at} de métal alcalin) dans la solution de sodammonium. On a alors un abondant dégagement d'hydrogène et, au bout de 1 ou 2 heures, la décoloration est terminée; de cette façon on obtient des dérivés sodés cristallisés combinés avec un excès d'alcool. Ces composés sont solubles dans l'ammoniaque liquide, tandis que les dérivés des alcools primaires sont insolubles, amorphes et exempts d'alcool combiné.

Isopropylate de sodium. — Je l'ai obtenu parfaitement blanc; il se conserve ainsi indéfiniment dans une atmosphère d'ammoniac. Il se colore rapidement à l'air, comme l'a décrit M. de Forcrand.

Triméthylcarbinol sodé. — Ce corps se présente, en combinaison alcoolique, en belles aiguilles solubles dans l'ammoniac liquéfié. Son analyse ne m'a jamais donné de résultats concordants quant à la quantité d'alcool combiné. Mais, en chauffant modérément le produit cristallisé, dans le vide, avec une lampe à alcool, on voit les cristaux s'effleurir et il ne reste bientôt plus qu'une poudre blanche de triméthylcarbinol sodé pur.

J'ai voulu surtout montrer dans cette Note la différence qui existe dans l'énergie des réactions entre les métaux ammoniums et les trois fonctions alcool. Ces faits sont conformes aux données thermochimiques de M. de Forcrand établissant des différences entre les fonctions alcool primaire, secondaire et tertiaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propionylcarbinol et dérivés.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Note (1) j'ai étudié en détail la réaction du Cl sur la méthyléthylcétone aqueuse, en présence de marbre, qui m'a fourni deux dérivés monochlorés $C^2H^5COCH^2Cl$ et $CH^3COCHClCH^3$. Je m'occuperai aujourd'hui de l'alcool cétonique en C^4 correspondant à la cétone chlorée primaire.

L'alcool $C^2H^5COCH^2OH$ a été obtenu pour la première fois par Wolff (2) dans la décomposition de l'acide méthyltétronique par l'eau, il en décrivit l'hydrazone et l'osazone. Cet alcool fut retrouvé par M. Reymenant (3) dans le produit de saponification des éthers-sels du propionylcarbinol par les alcalis. J'ai constaté que le meilleur moyen pour le préparer avec des rendements avantageux consiste à saponifier son formiate en le chauffant 8 à 10 heures à 100° avec de l'alcool méthylique sec (rendement à partir du formiate : 45 pour 100 environ).

C'est un liquide bouillant à 79°-80° sous 30mm et à 153°-154° sous 760mm. Sa densité $d_{15}^{15} = 1,0365$ et son indice de réfraction $n_{14,5} = 1,4315$. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther. Il réduit la liqueur de Fehling et j'ai constaté que, dans cette réaction, qui peut servir au dosage du propionylcarbinol, 1g de cet alcool cétonique fait passer à l'état d'oxydule 1g,36 de cuivre. L'oxyde $Cu(OH)^2$ en solution aqueuse bouillante est également réduit par le propionylcarbinol qui passe à l'état d'acide oxybutyrique $C^2H^5CHOHCO^2H$, qui a été caractérisé par les réactions et l'analyse de son sel de zinc. Cette réaction est analogue à celle que fournit l'acétol dans les mêmes conditions (4). Le propionylcarbinol se combine à l'hydroxylamine en solution aqueuse pour donner une oxime fondant à 60°-61° et au bisulfite de soude pour fournir une combinaison cristallisée répondant à la formule $C^2H^5C\begin{matrix}\diagup OH \\ \diagdown SO^3Na\end{matrix}CH^2OH$. Par contre, il ne se combine pas à l'alcool méthylique par chauffage, même en présence d'une trace de HCl. Quant à sa solution aqueuse elle jaunit lentement à froid, rapidement à chaud, sous l'influence des alcalis.

Réduit, au sein de l'eau, par l'amalgame de Na ou de Al, le propionylcarbinol est transformé en un mélange de butanone, butanol-2 et butanediol-1.2. La cétone a été caractérisée à l'état de semi-carbazone fondant à 137°, le butanol isolé en nature a été analysé; il bouillait à 98°-99°; quant au butanediol, sa température d'ébullition était 192°-194°; il a été analysé et l'on a constaté [par la méthode que nous avons décrite

(1) Kling, *Comptes rendus*, t. XCL, 30 janvier 1905, p. 312.
(2) Wolff, *An. Liebig*, t. CCLXXXVIII, p. 191.
(3) V. Reymenant, *Bull. Ac. r. Belg.*, 1900, p. 733.
(4) Kling, *Comptes rendus*, t. CXL, 8 mai 1905, p. 1256.

M. Viard et moi (¹)] que c'était bien le glycol primaire secondaire. Avec l'amalgame de Na, les rendements en alcool et cétone sont de 15 pour 100 environ, en glycol de 13 à 14 pour 100.

Cette réaction, en tous points analogue à celle fournie par l'acétol dans les mêmes conditions, nous conduit donc à admettre que, dans sa solution aqueuse, le propionylcarbinol existe sous la forme *aci* $C^2H^5C\langle{}^{OH}_{O}\rangle CH^2$ qui, par réduction, donne

$$C^2H^5C\langle{}^{OH}_{O}\rangle CH^2 + H \begin{cases} \nearrow C^2H^5COCH^3 \quad \text{ou} \quad C^2H^5CHOHCH^3 \\ \searrow C^2H^5CHOHCH^2OH. \end{cases}$$

L'action de la semicarbazide sur le propionylcarbinol est particulièrement intéressante :

En chauffant en solution aqueuse les deux réactifs, puis en évaporant l'eau, on obtient une masse cristalline d'où le chloroforme bouillant extrait une substance qui, recristallisée dans l'eau, fond à 66° et répond à la formule $C^4H^{11}O^2N^3$. Si l'on opère, non plus en présence d'eau, mais en solution dans l'alcool absolu et en partant de la semicarbazide pure, on obtient, après évaporation de l'alcool, des cristaux fondant à 135°-136° et répondant à la même formule que ceux obtenus en solution aqueuse.

Analyses.

	Poids de matière.	Valeur de N.	H.	t.	N trouvé.	N calculé pour $C^5H^{10}O^2N^3$.
Produits fondant à 66°	0,1857	46,0	770	17°	29,08	28,97
» » 135°-136°	0,1929	48,5	764	18°	29,01	»

Une série de recristallisations dans l'alcool du produit fondant à 66° ne permettent pas d'élever son point de fusion, de même qu'une longue ébullition avec l'eau du produit fondant à 135°-136°, est incapable de le faire passer à la forme fusible à 66°. Les deux produits obtenus par l'action de la semicarbazide sur l'acétylcarbinol sont donc isomériques et ne sont pas transformables l'un dans l'autre par simple recristallisation dans un solvant convenable. Or, tandis que le produit 135°-136° présente une faible solubilité dans l'eau et un point de fusion relativement élevé, l'autre est très soluble dans l'eau et fond relativement à basse température. Il est donc vraisemblable que la formule $C^2H^5C(=N-NH-CO-NH^2)-CH^2OH$ doit être attribuée à celle des combinaisons ayant le plus de ressemblances avec les semicarbazones des autres alcools cétoniques, c'est-à-dire au produit de point de fusion élevé. Quant à celui qui fond à 66°, ce serait un propionylcarbinolate de semicarbazide $C^2H^5C\langle{}^{NH-NH-CO-NH^2}_{O}\rangle CH^2$ formé par la forme tautomérique *aci* de l'alcool cétonique.

(¹) Kling et Viard, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1172.

Éthers du propionylcarbinol. — Le formiate qui m'a servi à préparer le propionylcarbinol a été obtenu en chauffant une partie de formiate de K sec et une partie de cétone chlorée correspondante. Il bout à 176°-178°, sa densité $d_{17}^{17} = 1,0946$ et son indice de réfraction $n_{17} = 1,4245$. Il donne une semi-carbazide fondant à 115° après recristallisation dans le chloroforme ou l'alcool et que l'eau bouillante saponifie.

Constitution du propionylcarbinol et de ses éthers. — Les réactions que nous venons d'indiquer montrent que le propionylcarbinol est comparable à son homologue inférieur l'acétol et qu'en solution aqueuse il prend la forme d'un acide de constitution représentée par $C^2H^5C(OH)\langle{}^{\textstyle —}_{O}\rangle CH^2$. Cet acide est moins énergique que celui fourni par l'acétol puisqu'il ne se combine pas avec l'alcool méthylique comme le fait ce dernier. Par contre, il paraît plus stable. En effet, tandis que le pseudo-acide de l'acétol est, en solution aqueuse, ramené à la forme cétonique par la semi-carbazide et se combine avec elle pour donner une semi-carbazone normale, il n'en est pas de même, ainsi que nous l'avons vu plus haut, du pseudo-acide dérivant du propionylcarbinol.

Enfin, le propionylcarbinol anhydre paraît être un mélange des deux formes tautomériques. Son indice de réfraction moléculaire expérimental est, en effet, de 21,998, tandis que les valeurs calculées de cet indice pour la forme cétonique et pour la forme *aci* sont respectivement 22,216 et 21,612, c'est-à-dire que la valeur trouvée est à peu près à égale distance des deux valeurs calculées.

Avec l'acétol, au contraire, il y a accord entre la valeur trouvée et la valeur calculée pour la forme cétonique :

Valeur trouvée : IRM	17,643
Valeur calculée pour $CH^3CO\,CH^2OH$	17,614

Ce résultat est corroboré par les expériences de Perkin sen. qui, en déterminant la rotation magnétique de l'acétol, a trouvé 3,650 au lieu de 3,679 exigé par la formule cétonique.

Quand aux éthers-sels du propionycarbinol, ils n'existent que sous la forme cétonique $C^2H^5CO\,CH^2 — R$, ainsi qu'il résulte de leurs réactions et de la considération de leurs indice de réfraction moléculaire.

Formiate de propionylcarbinol :

Indice de réfraction mol. trouvé	27,070
» » calculé pour $C^2H^5CO\,CH^2.CO^2 — H$	27,008

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane*. Note de MM. **A. Guyot** et **J. Catel**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons décrit, dans une précédente Communication (1), un dérivé triphénylé monohydroxylé du benzodihydrofurfurane obtenu, entre autres voies, en faisant agir le bromure de phénylmagnésium sur la diphénylphtalide.

Les propriétés de ce composé et, en particulier, l'extrême facilité avec laquelle il se prête à la préparation d'un grand nombre de dérivés γ-substitués du dihydrure d'anthracène, ainsi que nous le montrerons dans un prochain Mémoire, nous ont engagé à étudier son homologue inférieur, obtenu en traitant, dans les mêmes conditions, la monophénylphtalide par le bromure de phénylmagnésium :

$$\begin{array}{c}CH - C^6H^5\\ C^6H^4\langle\rangle O\\ CO\end{array} + C^6H^5.MgBr = \begin{array}{c}CH - C^6H^5\\ C^6H^4\langle\rangle O\\ C\\ BrMgO \quad C^6H^5\end{array} = \begin{array}{c}CH - C^6H^5\\ C^6H^4\langle\rangle O\\ C.OH - C^6H^5.\end{array}$$

Le diphényloxy-α.α′-benzo-β.β′-dihydro-α.α′-furfurane qui se forme ainsi avec d'excellents rendements se présente en petits cristaux incolores, facilement solubles dans tous les véhicules organiques; il est à noter qu'én opérant d'une façon inverse lors de sa préparation, c'est-à-dire en versant la solution de monophénylphtalide dans une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium, on observe, en outre, la formation d'une certaine quantité d'orthobenzhydryltriphénylcarbinol :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}COH\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\ C^6H^5\end{array}\right.\\ CHOH - C^6H^5\end{array}\right.$$

déjà décrit dans notre précédente Communication (1).

Le diphényloxy-α.α′-benzo-β.β′-dihydro-α.α′-furfurane perd avec la plus grande facilité une molécule d'eau par simple dessiccation à l'étuve (d'où l'impossibilité de lui assigner un point de fusion même approximatif) ou mieux par ébullition de ses solutions dans l'acide acétique cristallisable ou par addition d'une trace d'acide chlorhydrique à ses solutions alcooliques et se transforme quantitativement en un produit

(1) A. Guyot et J. Catel, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 254.

cristallisé en magnifiques feuillets dorés, d'un jaune intense, dont les solutions benzéniques possèdent une fluorescence verte de toute beauté.

On pourrait expliquer le mécanisme de cette déshydratation de différentes façons et concevoir, entre autres hypothèses, un départ d'une molécule d'eau avec formation d'un noyau anthracénique. Mais le point de fusion peu élevé du nouveau corps (125°), le fait qu'il se transforme sous l'influence de l'amalgame de sodium en un diphényl-α.α′-benzo-β.β′-dihydro-α.α′-furfurane (point de fusion, 96°) :

$$C^6H^4 \langle CH(C^6H^5) \rangle O \quad (CH(C^6H^5))\ ,$$

dont la constitution n'est pas douteuse, car nous en donnerons plus bas un autre mode de formation, et surtout sa transformation facile et quantitative en *o*-dibenzoylbenzène

$$C^6H^4 \begin{cases} -CO-C^6H^5 \\ -CO-C^6H^5 \end{cases}$$

par oxydation de ses solutions acétiques au moyen du bichromate de potasse, excluent l'hypothèse d'un noyau anthracénique et nous conduisent à représenter sa formation par l'équation

$$C^6H^4 \langle C(C^6H^5)(H),\ C(C^6H^5)(OH) \rangle O = H^2O + C^6H^4 \langle C(C^6H^5),\ C(C^6H^5) \rangle O \quad \text{ou mieux} \quad C^6H^4 \langle C(C^6H^5) = C(C^6H^5) \rangle O$$

Nous appelons l'attention sur ce nouveau mode de formation de l'*o*-dibenzoylbenzène, car il permet d'obtenir des quantités considérables d'un composé jusqu'alors extrêmement rare, à peine étudié et connu seulement par une courte publication de Zincke (¹).

(¹) Zincke, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. IX, p. 31.

Nous nous réservons, pour quelque temps, l'étude de cette γ-dicétone dont nous avons préparé une dihydrazone (point de fusion, 165°) et une phtalazine (point de fusion, 192°) de constitutions

$$\begin{array}{l} \quad C^6H^5 \\ \quad | \\ C^6H^4\!\!\begin{array}{l} -C=N-NH-C^6H^5 \\ -C=N-NH-C^6H^5 \end{array} \\ \quad | \\ \quad C^6H^5 \end{array} \qquad \text{et} \qquad \begin{array}{l} \quad C^6H^5 \\ \quad | \\ C^6H^4\!\!\begin{array}{l} -C=N \\ \quad\;\; | \\ -C=N \end{array} \\ \quad | \\ \quad C^6H^5 \end{array}$$

par l'action respective de la phénylhydrazine et de l'hydrate d'hydrazine sur les solutions alcooliques de la cétone. Comme la phtalazine simple, décrite par Gabriel et Pinckes ([1]), la diphénylphtalazine jouit de propriétés basiques fortement accusées; elle est soluble dans les acides minéraux très étendus et donne un chloroplatinate parfaitement cristallisé.

Traité par l'amalgame de sodium, le dibenzoylbenzène ortho fixe 4^{at} d'hydrogène et donne l'*o*-dibenzhydrylbenzène (P. F. 128°) :

$$C^6H^4\!\!\begin{array}{l} \diagup CHOH-C^6H^5 \\ \diagdown CHOH-C^6H^5 \end{array}$$

composé qu'on obtient encore, ainsi qu'on pouvait le prévoir, par réduction du diphényloxy-α.α'-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane. Ce diol, traité en solution acétique par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, perd 1^{mol} d'eau et reproduit le diphényl-α.α'-benzo-β.β'-dihydrofurfurane :

$$C^6H^4\!\!\begin{array}{l} \diagup CH-C^6H^5 \\ \qquad\quad \diagdown \\ \qquad\quad\;\; O \\ \qquad\quad \diagup \\ \diagdown CH-C^6H^5 \end{array}$$

déjà obtenu par réduction du produit de déshydratation jaune décrit plus haut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la méthémoglobine.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. Émile Roux.

Nous avons annoncé, dans une Note du 6 février 1905, que le sang frais en solution aqueuse et l'oxyhémoglobine récemment préparée par la méthode classique, présentent au spectroscope, outre les deux bandes α et β, une bande dans le rouge $\lambda = 634$, et que cette bande, sous l'influence du fluorure de sodium, vient occuper une position bien déterminée: $\lambda = 612$.

([1]) Gabriel et Pinckes, *Berichte d. d. chem. Gesell.*, t. XXVI, p. 2220.

Le 6 mars, une nouvelle Communication précisait la spécificité et la sensibilité de cette réaction des fluorures et de l'acide fluorhydrique sur l'oxyhémoglobine.

Le 13 mars, MM. Ville et Derrien publièrent une Note sur *une modification de la méthémoglobine*. Citant notre première Communication dans les *Comptes rendus* du 6 février, ces auteurs ont admis, tout en acceptant nos faits et nos chiffres, que cette bande $\lambda = 634$, devait être attribuée à la *méthémoglobine,* dont on ignore les propriétés spécifiques, la composition chimique et que l'on ne peut préparer à l'état cristallisé, tandis qu'elle était refusée à l'oxyhémoglobine, corps cristallisé, bien défini et facile à reproduire.

Pour justifier cette théorie, MM. Ville et Derrien ont utilisé sur l'oxyhémoglobine, traitée préalablement par des agents chimiques divers (ferricyanure de potassium, *nitrite de soude,* palladium hydrogéné, etc.), notre réaction des fluorures et de l'acide fluorhydrique. En même temps ils proposaient de faire servir à la recherche (1) de la méthémoglobine cette même réaction dont la sensibilité est telle qu'il est impossible de « manipuler le pigment sanguin en présence de fluorures solubles ou d'acide fluorhydrique sans qu'elle se manifeste à l'examen spectroscopique (2) ».

L'interprétation (3) de ces faits en faveur de la *méthémoglobine* ne nous semble pas d'ailleurs avoir une valeur démonstrative suffisante; en effet, MM. Ville et Derrien parlent de la « méthémoglobine acide, alcaline, etc. » sans donner de méthode certaine de préparation. A plus forte raison le dérivé fluoré de la *méthémoglobine* mériterait l'exposé d'une technique démonstrative et le rapport analytique des éléments dosés.

Autant que nous avons pu le comprendre, les cristaux *rhombiques* ou *clinorhombiques* de ce composé, obtenus en solution saline saturée à froid de sulfate d'ammoniaque et de fluorure de sodium maintenue à 0° ne seraient pas isolables. Il ne s'agit donc que d'une simple observation spectroscopique de matières fluorifères fournissant un phénomène optique déjà signalé par Menzies (4) comme appartenant à la *méthémoglobine.* La bande qui apparaît dans ces conditions n'était pas repérée en λ avant notre travail et le transport de $\lambda = 634$ à la position fixe $\lambda = 612$ n'avait pas été constaté.

Nous ajouterons que nous obtenons des cristaux tout à fait semblables à la température ordinaire en centrifugeant des globules rouges de cheval dans une solution saturée de sulfate d'ammoniaque chimiquement pur. Une vitesse de 4000 tours à la minute réalise mécaniquement une hémolyse partielle permettant au pigment libéré de former dans ce milieu *exempt* de fluorure une combinaison cristallisée isolable ayant l'aspect de larges rhombes polarisant la lumière.

Nous ne pouvons même à la lumière des faits que nous avons antérieu-

(1) VILLE et DERRIEN, *Comptes rendus,* t. CXL, p. 743.
(2) PIETTRE et VILA, *Comptes rendus,* t. CXL, 10 avril, p. 1060.
(3) VILLE et DERRIEN, *Comptes rendus,* t. CXL, p. 1195.
(4) MENZIES, *Journ. Physiol.,* t. XVII, 1895.

rement publiés suivre l'exposé des auteurs en l'absence de toute mention de cette technique spectrale que nous savons fort délicate. Les bandes varient, en effet, avec la concentration, selon que l'on observe dans des cuves ou dans des tubes longs et selon la nature des solutions.

Selon nous il n'y a pas encore là de données suffisantes pour conclure à l'existence d'un composé fluoré de la *méthémoglobine*. Il serait tout aussi plausible d'admettre qu'il existe une méthémoglobine chlorurée.

La présence des deux bandes $\lambda = 494$ et $\lambda = 612$ qui caractériseraient la *méthémoglobine fluorée* de MM. Ville et Derrien ne suffit pas pour justifier leur manière de voir.

En effet, nous avons déjà donné le chiffre $\lambda = 494$ (1) pour la bande dans le bleu, nous proposant de préciser plus tard les faits suivants, observés toujours d'après la méthode spectroscopique indiquée au début de notre travail :

Le sang frais et l'oxyhémoglobine fluorée ou non donnent une bande dans le vert bleu $\lambda = 494$ comme axe.

L'addition de ferricyanure de potassium aux solutions de sang ou d'oxyhémoglobine non fluorées provoque un recul de cette bande à $\lambda = 500$ (Jaderholm, Bertin-Sans).

Les solutions à la fois fluorées et ferricyanurées possèdent, outre les bandes $\lambda = 612$, $\lambda = 575$ et $\lambda = 494$, deux faibles absorptions dans le vert : $\lambda = 549$, $\lambda = 527$ qui résultent du dédoublement de la bande $\lambda = 535$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur le mode d'action de la philocatalase*. Note de M. F. **Battelli** et de Mlle L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons fait, dans le laboratoire de physiologie de l'Université de Genève, une série de recherches pour éclaircir le mécanisme de l'action de la philocatalase. Nous avons donné le nom de *philocatalase* à un ferment très répandu dans les tissus animaux, qui n'agit pas directement sur la catalase, mais qui possède la propriété de protéger la catalase contre l'action destructive de l'anticatalase.

Dans de précédentes expériences nous avions constaté le fait suivant. Si à une quantité donnée de catalase on ajoute des doses modérées d'antica-

(1) A. Vila et M. Piettre, *Bulletin de la Société chimique*, 5 mai 1905.

talase et de philocatalase, on constate que la catalase n'est point attaquée par l'anticatalase. Ce résultat pourrait faire supposer que la philocatalase détruit immédiatement et complètement l'anticatalase. Mais l'inexactitude de cette supposition peut être démontrée par des expériences dans lesquelles on met en présence ces deux ferments avant d'ajouter la catalase. En agissant ainsi on constate que l'anticatalase n'est que peu à peu détruite par la philocatalase.

Or, l'inactivité absolue de l'anticatalase, en présence d'une dose suffisante de philocatalase, est due à un autre phénomène, qui consiste dans la régénération de la catalase par la philocatalase.

La régénération est beaucoup plus rapide à la température de 40° qu'à la température de 18°. A 40°, la philocatalase régénère, au bout de 10 minutes, à peu près toute la catalase qu'elle est susceptible de réactiver; et, si la quantité de philocatalase est suffisante, toute la catalase est régénérée après ce laps de temps. En outre, une solution de philocatalase portée à l'ébullition perd la propriété de régénérer la catalase.

Exemple. — On prend plusieurs tubes (A, B, C, D), qui contiennent chacun 10^{cm^3} d'une solution de catalase décomposant 30^g de H^2O^2 dans l'espace de 10 minutes. On ajoute à chaque tube 2^{cm^3} d'une solution d'anticatalase correspondant à 1^g d'une rate de cheval. On place les tubes dans le thermostat à 40°. Au bout de 10 minutes tous les tubes sont retirés du thermostat et plongés dans l'eau à 18°. Le dosage de la catalase dans le premier tube A montre qu'elle ne détruit plus que 13^g de H^2O^2 en 10 minutes.

Dans les tubes B et C on ajoute une solution de philocatalase correspondant à 2^g de muscle de bœuf. Dans le tube D on ajoute la même solution de philocatalase portée préalablement à l'ébullition. Les tubes B et D sont placés au thermostat, le tube C est laissé à la température de 18°. Au bout de 10 minutes on fait le dosage de la catalase dans les trois tubes. Nous rapportons dans le Tableau suivant les valeurs relatives aux quantités de H^2O^2 (en grammes) détruites par le contenu de chaque tube dans l'espace de 10 minutes.

	Tube A.	Tube B.	Tube C.	Tube D.
	Cat. + Anticat. 10^m à 40°.	Cat. + Anticat. 10^m à 40°.	Cat. + Anticat. 10^m à 40°.	Cat. + Anticat. 10^m à 40°.
		Philocat. 10^m à 40°.	Philocat. 10^m à 18°.	Pilocat. bouillie 10^m à 40°.
H^2O^2 décomposé en 10^m...	13^g	30^g	22^g	11^g

Ces résultats montrent que dans le tube B, placé à 40°, la philocatalase a régénéré toute la catalase. Dans le tube C, laissé à 18°, une partie seulement de la catalase a été régénérée après 10 minutes. Dans le tube D la catalase a diminué, parce que la philo-

catalase avait été détruite par l'ébullition, et l'anticatalase a continué à agir en détruisant encore une partie de catalase.

D'après ces expériences nous sommes portés à admettre que l'anticatalase forme probablement avec la catalase une combinaison labile, qui est détruite par la philocatalase avec régénération de la catalase.

La catalase n'a pas seulement, comme la plupart des enzymes, son antiferment. Nous venons de voir qu'elle est en outre protégée et régénérée par l'action d'une autre enzyme qu'on pourrait appeler un *philoferment*. Ce philoferment a des propriétés bien distinctes des kinases, car il n'active pas la catalase normale, qui n'a pas été altérée par l'anticatalase.

La philocatalase protège la catalase par un double mécanisme, c'est-à-dire en détruisant d'un côté l'anticatalase et en régénérant de l'autre côté la catalase.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques, employées dans la lutte contre le mildiou.* Note de MM. E. Chuard et F. Porchet.

Dans diverses régions viticoles, l'emploi de solutions à environ 1 pour 100 de verdet neutre (acétate neutre de cuivre) tend à se substituer, depuis quelques années, à celui des bouillies cupriques, dont la préparation et la manipulation ne sont pas sans quelques difficultés pour le viticulteur. Facilement soluble dans l'eau, inoffensif pour le feuillage de la vigne, aux concentrations utilisées, de 0,5 à 1,5 pour 100, le verdet neutre est d'une application très commode et s'est montré, dans les nombreux essais que nous avons pu contrôler, d'une efficacité au moins égale à celle des bouillies à la chaux ou à la soude. Le seul inconvénient que lui reprochent les viticulteurs, de ne pas laisser de traces apparentes à distance sur le feuillage de la vigne, disparaît si l'on ajoute à la solution une petite quantité d'une poudre inerte et légère, telle que la poudre de talc ou de kaolin.

On peut se demander, étant donné la grande solubilité de ce produit, si l'eau de pluie n'entraîne pas rapidement le résidu laissé par un traitement au verdet et formant sur les feuilles de la vigne un léger enduit, à peine perceptible, à moins d'y regarder de près. Les recherches que nous avons faites à ce sujet ont mis en évidence un fait d'une haute importance, qui, à notre connaissance du moins, n'a pas encore été mentionné dans les publications concernant les traitements contre le mildiou : c'est que par simple

évaporation à l'air de la solution diluée, appliquée sur les feuilles au moyen du pulvérisateur, le verdet neutre se transforme en verdet basique, insoluble ou du moins difficilement soluble dans l'eau, de telle sorte qu'un lavage, même très prolongé, n'arrive pas à l'entraîner et laisse toujours une certaine proportion de cuivre sur les feuilles traitées.

Ainsi nous avons pulvérisé, dans les conditions de la pratique, sur trois lots A, B, C de rameaux de vigne, une solution à 0,5 pour 100 de verdet neutre. Sur le lot A, la quantité de cuivre déposé par le traitement a été déterminée après séchage sans aucun lavage. Sur le lot B, après lavage abondant correspondant à une forte pluie, 24 heures après le traitement; sur le lot C, après même lavage, 6 heures seulement après le traitement.

Si l'on représente par 100 la quantité de cuivre existant sur les rameaux non lavés, lot A, on trouve pour le lot B : 81,0; pour le lot C : 61,5.

Dans le cas le plus défavorable, d'un lavage abondant presque immédiatement après séchage du traitement, l'entraînement du cuivre n'atteint pas 40 pour 100 de la quantité totale.

Un autre essai a été fait sur feuilles de vigne détachées étalées sur une surface plane, traitées au pulvérisateur par une solution de verdet à 1 pour 100, séchées rapidement au soleil et lavées 1 heure après le traitement, à grand jet, à raison de 500^{cm^3} par feuille. Dans ces conditions, exagérées à dessein, nous pensions ne plus retrouver de cuivre sur les feuilles. L'analyse a montré qu'il en demeurait 12,5 pour 100 de la quantité appliquée.

Il suffit donc qu'un traitement au verdet neutre ait eu le temps de sécher complètement, pour qu'il y ait fixation sur les feuilles, à l'état insoluble ou difficilement soluble, d'une quantité de cuivre capable d'exercer une action fungicide analogue à celle du verdet basique ou verdet gris.

Ces essais de laboratoire ont été contrôlés au cours de l'année dernière, par des essais en grand, portant sur l'efficacité comparée des trois traitements principaux : 1° à la bouillie bordelaise; 2° à la bouillie bourguignonne (soude); 3° au verdet neutre.

Ces traitements ont été appliqués sur des vignes d'essais au nombre de huit, dans diverses régions du vignoble du canton de Vaud, dans des conditions identiques et aux mêmes dates, à quatre reprises différentes. Des échantillons moyens de feuilles ont été prélevés après la vendange et employés au dosage du cuivre; voici les résultats obtenus :

Quantité de cuivre en milligrammes par feuille.

	Bouillie		Verdet
Vigne de :	bordelaise.	bourguignonne.	neutre.
Nyon	2,028	2,000	2,340
Aubonne........	3,172	2,392	1,720
Morges	2,113	2,550	1,855
Cully...........	1,104	0,584	0,896

Vigne de :	Bouillie bordelaise.	Bouillie bourguignonne.	Verdet neutre.
Vevey	1,224	1,444	1,684
Aigle...........	2,784	2,004	2,172
Orbe	0,764	0,844	1,268
Grandson	0,856	0,636	1,316
Bellerive........	1,784	2,556	1,036

Ces chiffres mettent nettement en évidence le fait indiqué plus haut, de la fixation d'une notable proportion du cuivre du verdet à la surface des feuilles de vigne. Mais, pour en tirer des conclusions relatives à l'adhérence comparée de chacun des traitements, il faut faire entrer en ligne de compte les quantités de cuivre appliquées par chacun des trois traitements étudiés. Nous avons recueilli les données nécessaires pour établir ces quantités, et déterminer en quelque sorte la quantité théorique de cuivre reçu par chaque feuille. Ces quantités sont, en moyenne, exprimées en milligrammes de cuivre par feuille :

1° Traitement à la bouillie bordelaise 17,7
2° Traitement à la bouillie bourguignonne 17,7
3° Traitement au verdet neutre 9,9

Avec cette donnée, nous pouvons maintenant exprimer l'adhérence de chacun des trois produits, calculant au moyen du Tableau précédent le pour 100 de cuivre demeuré sur les feuilles. Nous trouvons ainsi que le traitement à la bouillie bordelaise a laissé sur les feuilles (prises au moment de la vendange), de 4,5 à 19 pour 100 du cuivre appliqué, le traitement à la bouillie bourguiguonne, de 3,3 à 22,0 pour 100, le traitement au verdet, de 8,8 à 31,9 pour 100. Le verdet neutre s'est donc montré plus adhérent que les bouillies, si l'on tient compte des quantités de cuivre appliquées dans les traitements.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une pourriture bactérienne des Choux.* Note de M. **Georges Delacroix**, présentée par M. Prillieux.

Dans la seconde moitié de l'été de 1904, la Station de pathologie végétale a reçu de plusieurs endroits du nord de la France des échantillons de diverses sortes de Choux, présentant des lésions de nécrose avec coloration livide et élimination progressive des tissus atteints. Ces lésions

siègent au début à la face supérieure des pétioles des feuilles du bas de la tige, et peu à peu la pourriture gagne et détruit fréquemment le bourgeon terminal.

Le Chou-fleur surtout, puis le Chou-rouge, le Chou de Milan frisé, le Chou pommé à feuilles lisses sont fréquemment atteints, alors que le Chou de Bruxelles paraît pour ainsi dire indemme. Le dégât peut devenir considérable, pour le Chou-fleur en particulier.

Dans bon nombre de cas, sous l'influence de la sécheresse la maladie peut s'arrêter par la constitution d'un liège cicatriciel aux dépens d'une couche cellulaire non encore atteinte et l'extension de cette sorte de chancre se trouve limitée. Dans la portion située au-dessous, des bourgeons latéraux peuvent se développer, mais ils n'acquièrent jamais un développement suffisant pour pouvoir être mis en vente.

Au microscope, le contenu et la membrane cellulaires dans les tissus atteints prennent une coloration foncée, le noyau ne présentant jamais d'hypertrophie, et les cellules, encore bien vivantes renferment dans leur cavité de nombreuses bactéries que j'ai démontré être la cause de la maladie.

Le mal n'a été observé jusqu'ici que dans les sols tourbeux de marais desséchés où la matière azotée se trouve toujours en proportion considérable. Il est à supposer que ce fait constitue pour les Choux une circonstance aggravante et les prédispose à la contamination bacillaire, par suite de la surabondance de substance azotée dans le milieu interne de la plante. Aussi y aurait-il lieu d'essayer l'action des amendements phosphatés et surtout potassiques sur l'évolution de la maladie.

Les bactéries, mobiles, comme je l'ai dit, sont animées d'un mouvement oscillatoire rapide, mais leur translation est assez lente. Elles sont isolées dans les cellules et en forme de bâtonnets à extrémités mousses. Elles se cultivent bien dans les milieux bactériologiques usuels. Le bouillon de veau ordinaire et les milieux qui en contiennent, gélatine ou gélose, prennent une teinte vert urane pâle, fluorescente, qui se montre dès le second jour de culture à 24° C., devient brun clair dans les cultures âgées et perd bientôt cette fluorescence. Le bouillon se trouble, donne un dépôt blanc sale et ne forme à sa surface qu'un voile peu appréciable et seulement dans les cultures encore jeunes. La gélatine n'est pas liquéfiée par cette bactérie; on y voit des colonies brillantes un peu convexes, sans marge différenciée, à peu près arrondies, de coloration blanc sale. Les caractères sont à peu près identiques sur gélose; la coloration du milieu en vert urane est seulement plus faible que sur gélatine. La pomme de terre employée comme milieu de culture se colore en brun livide et les colonies bactériennes ont les mêmes caractères que sur gélatine et gélose. Dans le bouillon, ces éléments bactériens peuvent s'agréger en courtes chaînes de deux ou trois éléments cylindriques, arrondis aux deux extrémités, d'une dimension de 1,25 μ à 1,75 μ de long, sur une largeur de 0,5 μ à 0,75 μ, les éléments isolés étant toujours en tous cas plus nombreux. Cette bactérie ne montre aucune production gazeuse dans les divers milieux où nous l'avons cultivée. Elle se colore bien avec les colorants ordinaires et ne prend pas le Gram. Je n'y ai constaté ni spores ni cils vibratiles. Et, comme je ne la crois pas décrite, je l'appelle *Bacillus brassicævorus* nov. sp.

Des infections ont été faites, à la Station de Pathologie végétale, sur diverses espèces

de Choux, chou frisé, chou quintal, chou-fleur, chou moellier. Elles ont donné des résultats probants dans la proportion de trois fois sur quatre, aussi bien avec la pulpe de la plante malade qu'avec une culture première jeune de la bactérie, prélevée directement sur la plante atteinte. Ces infections ont été faites dans des conditions diverses, avec ou sans blessure préalable des tissus. Le plus souvent, l'infection ne se réalise pas quand il n'y a pas eu antérieurement de solution de continuité; cependant, *elle est possible*. Le suc exprimé de la pulpe malade, privé de bactéries par filtration et introduit dans les tissus, produit aussi une lésion, mais elle ne s'étend guère. La cause de la détérioration des tissus est donc bien une sécrétion bactérienne; mais je n'en puis spécifier la nature. Le produit de ce jus, précipité par l'alcool fort, recueilli sur un filtre, séché puis redissous dans l'eau, ne m'a, au contraire, et en aucun cas, donné de lésion sur les Choux. On peut donc penser qu'il ne s'agit pas ici d'une matière diastasique. Les cultures, traitées de même, et aussi bien une première culture directement prélevée sur un chou malade, n'ont donné que des résultats négatifs.

La maladie dont je viens de parler est différente de deux maladies bactériennes connues sur les Choux: l'une due au *Pseudomonas campestris* Erwin-F. Smith (¹), répandue aux États-Unis, mais qu'on rencontre aussi en Europe; l'autre, observée au Canada et produite par le *Bacillus oleraceæ* F.-C. Harrison (²). Dans la « pourriture bactérienne » des Choux, les symptômes du mal et les caractères de la bactérie sont tout autres que dans ces deux cas.

Le traitement comporte l'arrachage et la destruction des pieds de Choux malades, soit par l'incinération, soit par un enfouissement très profond. Une sévère alternance de culture qui permet seule la disparition des germes répandus dans le sol est non moins nécessaire. Il est regrettable que cette précaution soit trop souvent négligée dans les jardins maraîchers.

AGRONOMIE. — *Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique*. Note de M. H. LAGATU, présentée par M. Müntz.

La subdivision d'une terre arable en trois fractions, *cailloux, graviers, terre fine,* prête à d'intéressantes déductions pour la pratique agricole et

(¹) Dr ERWIN-F. SMITH, Pseudomonas campestris (*Pammel*), *the cause of a brown-rot in Cruciferous plants,* in *Centralblatt für Bakteriologie,* IIe Abt., t. III, 1897, p. 284, 408, 478.

(²) F.-C. HARRISON, *A bacterial disease of Cauliflower and allied plants* (*Ibid.*, t. XIII, 1904, p. 46, 185).

peut servir de base à une nomenclature spéciale. Mais, pour abréger, je laisserai de côté cette interprétation.

J'examinerai particulièrement, dans cette Note, la *constitution mecanique de la terre fine*, c'est-à-dire de la fraction passant au tamis conventionnel de 10 fils au centimètre. Cette terre fine commande les propriétés mécaniques de la terre complète, les cailloux et les graviers jouant, en général, un rôle mécanique à peu près nul à l'égard non seulement de la cohésion et de la plasticité, mais aussi de la circulation des fluides à laquelle fait obstacle la terre fine seule, avec ses propriétés intrinsèques.

Les lévigations, effectuées selon la méthode de M. Th. Schlœsing père, adoptée par le Comité des Stations agronomiques, subdivisent la terre fine en trois lots : *sable grossier, sable fin, argile* (¹).

Le *sable grossier* est l'agent de division, d'aération, de perméabilité; son rôle sera exprimé dans la nomenclature en disant qu'il rend les terres *légères;* sa proportion désirable pour une bonne constitution mécanique est, selon moi, comprise entre 600 et 700 pour 1000.

Le *sable fin* est l'agent de tassement et d'asphyxie, par contiguïté des particules très ténues qui le constituent; son rôle sera exprimé dans la nomenclature en disant qu'il rend les terres *battantes;* sa proportion désirable pour une bonne constitution mécanique est, selon moi, comprise entre 200 et 300 pour 1000.

L'*argile* est l'agent de plasticité quand la terre est humide, de cohésion et de dureté quand la terre est sèche. Convenons d'exprimer dans la nomenclature ce *double rôle* en disant que l'argile rend les terres *plastiques;* sa proportion désirable pour une bonne constitution mécanique est, selon moi, comprise entre 60 et 100 pour 1000.

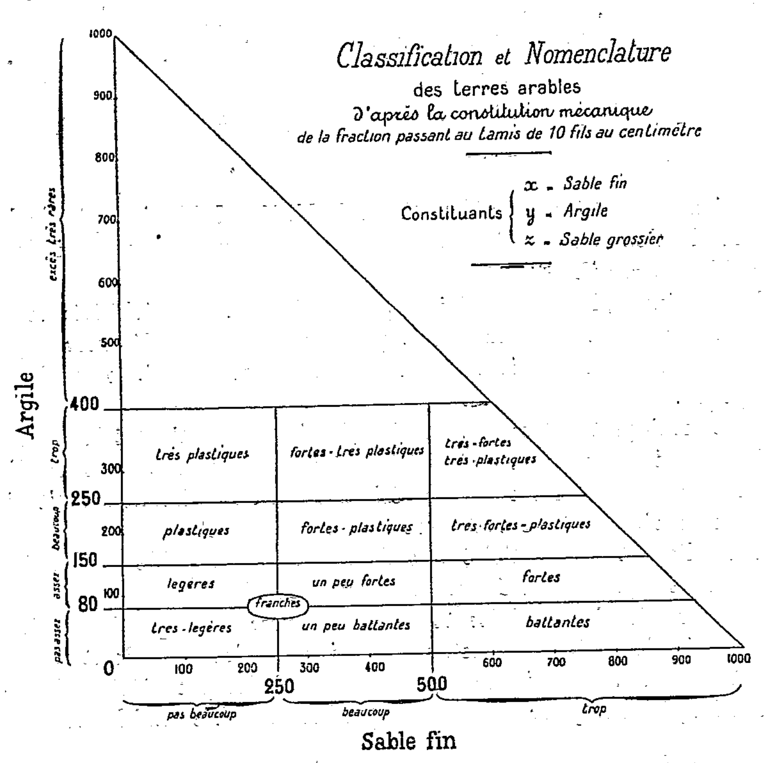
Il convient, en outre, de désigner par un qualificatif les propriétés qui résultent de l'ensemble *sable fin et argile;* nous dirons que cet ensemble rend les terres *fortes.*

L'étude à la fois analytique et agricole d'un très grand nombre de terres m'a conduit à individualiser certains groupes de terres, dont le Tableau synoptique est présenté dans la figure ci-après par le procédé graphique décrit dans ma précédente Note.

Les limites de ces groupes sont évidemment moins précises que ne semblent l'indiquer les lignes de séparation : chacune de ces lignes est enveloppée d'une gaine d'indécision.

(¹) On a proposé bien d'autres modes de subdivision ; mais le procédé de M. Schlœsing ne me paraît le céder actuellement à aucun autre pour la constance des résultats et la sécurité de l'interprétation. On peut d'ailleurs préciser davantage la constitution mécanique du sable fin et de l'argile selon les indications du même savant (*Comptes rendus*, 1ᵉʳ sem. 1903, p. 1608, 2ᵉ sem., p. 369).

De multiples vérifications m'autorisent à penser que, au moins à titre de première approximation, l'interprétation, en quelque sorte automatique, qu'on obtient en marquant sur ce graphique le point représentatif d'une terre analysée, mérite pleine confiance.



Remarques. — *a.* Il y a cependant une critique à formuler à l'égard des terres très calcaires. Selon les conventions actuelles, les lévigations qui conduisent à l'argile sont effectuées après destruction du calcaire par l'attaque à l'acide nitrique étendu et froid : de la sorte, à l'argile véritablement indépendante s'ajoute l'argile résiduelle de l'attaque du calcaire et cette dernière, partie constitutive des grains de sable calcaire, n'a pas le même rôle mécanique. A la vérité, la plasticité existe généralement dans ces terres parce qu'une terre très calcaire est ordinairement riche en éléments fins, dont l'ensemble, quand il est humide, forme une masse plastique; mais c'est la cohésion de la terre sèche qui n'existe plus et qu'on risque d'admettre d'après ce dosage erroné de l'argile et d'invoquer à la place du tassement. En fait, on rencontre des terres très calcaires, dosant 150 d'argile pour 1000, qui possèdent la plasticité mais non la cohésion.

b. On sait que l'humus intervient mécaniquement, allégeant les terres fortes, donnant de la cohésion aux terres légères. Mais cette action diverse ne peut être appréciée qu'après l'étude de la constitution mécanique de la partie minérale, dont il vient d'être

parlé. D'ailleurs, dans les terres de grande culture, l'influence mécanique de l'humus est souvent très peu importante.

c. On pourra être tenté de contester la légitimité des limites choisies pour la définition de la terre franche type, celle dont la constitution mécanique me paraît la meilleure. Suivant que les terres les plus répandues dans une région s'approchent du type des terres fortes ou de celui des terres légères, le terme de *terre franche* s'applique à des constitutions assez différentes. Quant aux raisons qui ont déterminé le choix des limites ici adoptées, leur développement ne saurait trouver place dans cette Note.

Quoi qu'il en soit, la classification et la nomenclature étudiées que je propose peuvent servir de première base à une discussion relative à l'interprétation des résultats fournis par la méthode du Comité des Stations agronomiques, méthode qui n'est elle-même qu'un premier essai d'analyse mécanique.

ANATOMIE. — *Terminaison des nerfs moteurs dans les muscles striés de l'Homme*. Note de M. **R. Odier**.

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie le résultat de mes recherches sur le mode de développement des terminaisons motrices des nerfs dans les muscles striés de l'Homme.

Depuis plusieurs années le sujet m'a préoccupé et, sur trente-deux enfants examinés, cinq seulement ont fourni des préparations valables.

Sauf erreur de ma part, cette question n'a pas encore été résolue et les terminaisons motrices humaines étaient encore à trouver.

Chez l'Homme comme chez les divers animaux supérieurs décrits, un nerf afférent aborde perpendiculairement une fibre musculaire et s'engage sous le sarcolemme.

Chez l'enfant de 5 mois, le plus jeune que j'aie examiné, le nerf rampe parallèlement au muscle sans se bifurquer. Il présente sur ces côtés des épines espacées, insérées par une base large : le nerf et ces épines donnent absolument l'image d'une branche de rosier.

Les épines doivent être considérées comme des bourgeons destinés à donner naissance à des branches secondaires.

Dans un stade plus avancé, en effet, chez l'enfant de 6 à 7 mois, le nerf terminal a conservé la structure générale décrite ci-dessus, mais il est plus long. Par suite, il est plus mince. De même, les épines sont longues et effilées.

Alors que chez l'enfant de 5 mois on trouve au plus cinq à six épines sur un même

nerf, chez celui de 6 à 7 mois, il y en a souvent quinze à vingt et elles sont bifides à maints endroits.

Chez l'enfant de huit mois, les épines ont totalement disparu et les terminaisons motrices semblent arrivées à leur complet développement.

Elles sont de deux ordres :

Les unes, comme chez la Grenouille, forment un véritable réseau qui recouvre la musculature : les mailles en sont étirées dans le sens de la longueur des fibres.

Les autres se terminent par une sorte de boucle semblable à celle qui se voit chez le Cobaye (et que j'ai décrite dans les *Archives expérimentales de Médecine*, juillet 1904). Comme chez ce rongeur, on rencontre souvent dans les muscles de la jambe humaine (chez l'enfant de 8 mois) un gros tronc nerveux d'où émerge un véritable bouquet de plaques motrices en forme de boucle, supportées chacune par un filament cylindraxile unique.

Sur certaines préparations, on en compte jusqu'à trente-neuf reliées à un seul tronc afférent.

Toutes les préparations ont été examinées après dissociation. Elles ont été faites par la méthode au chlorure d'or et à l'acide formique.

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur le problème dit du* travail statique; *essai de dissociation des énergies mises en jeu.* Note de M. **Ernest Solvay**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note précédente ([1]) j'ai dit en substance que, lorsqu'un muscle élève ou soutient une masse, il n'y a pas de relation générale *a priori* entre le soi-disant *travail statique* des physiologistes et l'énergie mise en jeu. Je me proposerai, dans la présente Note, d'étudier, au moyen d'un mode de représentation simple, le cas particulier d'un muscle qui élève lentement une masse et d'essayer de dissocier les deux éléments de la dépense énergétique que j'ai appelés : *énergie de sustentation* et *travail d'élévation*.

Si nous considérons l'élévation d'une charge de poids $p = mg$ par un moteur cinétique à action continue et d'une puissance disponible constante égale à ϖ, la vitesse maxima v_n avec laquelle peut se mouvoir la masse est $v_n = \frac{\varpi}{p}$, que nous appelons *vitesse d'élévation normale*. Il y aura *élévation lente* lorsque la masse s'élèvera avec une vitesse moindre $v_e < v_n$, la puissance strictement nécessaire à cette élévation dans des conditions nor-

([1]) *Comptes rendus*, 24 mai 1904, p. 1261.

males étant $\varpi_e = p v_e$ et moindre que la puissance disponible ϖ. La différence $E = \varpi - \varpi_e$ représente l'énergie inutilisée par unité de temps. C'est cette dépense d'énergie qu'il s'agit d'interpréter.

Au point de vue cinétique, tout se passe, dans le cas d'une élévation lente, comme si, pendant chaque intervalle de temps infiniment petit dt, la masse s'élevait d'abord avec la vitesse normale pendant le temps $\frac{v_e}{v_n} dt$, puis restait stationnaire pendant le temps $\left(1 - \frac{v_e}{v_n}\right) dt$. Il en est de même au point de vue énergétique. Pendant ce temps dt, la masse accumule une quantité d'énergie égale à

$$\varpi_e dt = p v_e dt,$$

qu'on peut encore écrire $p v_n \times \frac{v_e}{v_n} dt$; on voit ainsi qu'elle est la même que si la masse s'élevait d'abord avec la vitesse normale v_n pendant le temps $\frac{v_e}{v_n} dt$, puis restait immobile pendant un temps $\left(1 - \frac{v_e}{v_n}\right) dt$, durant lequel la quantité d'énergie fournie par le moteur

$$p v_n \left(1 - \frac{v_e}{v_n}\right) dt = p(v_n - v_e) dt$$

est dépensée sans effet utile pour l'élévation. Or cette quantité est précisément $E dt$, qui reçoit ainsi une interprétation simple : c'est l'*énergie de sustentation*, notion claire qui doit se substituer à la notion vague de « travail statique ».

On peut encore mieux mettre en lumière le caractère de sustentation que prend l'énergie inutilisée, en considérant un jet fluide vertical d'une hauteur de charge h débitant un poids $p = mg$ de liquide par unité de temps. La puissance disponible à l'origine est

$$W = \frac{1}{2} m v^2 = ph.$$

Une fois le régime établi, le jet élève indéfiniment à cette hauteur h, par unité de temps, un poids p de fluide, qui y arrive sans vitesse; le jet transforme ainsi intégralement en travail d'élévation l'énergie disponible à l'orifice. Introduisons maintenant dans le jet, à une distance h' du niveau supérieur, un obstacle qui le fasse dévier à angle droit; le jet élève encore indéfiniment à ce niveau intermédiaire le même poids p de fluide, n'accomplissant plus ainsi qu'un travail d'élévation moindre $\varpi' = p(h - h')$. Mais le fluide atteint ce niveau en conservant une vitesse $v = \sqrt{2gh'}$ et par suite une puissance $E = ph'$ qui n'a pas été utilisée pour l'élévation. Or, nous savons que, lors de la déviation à angle droit, il y a une pression vive exercée par le jet sur l'obstacle, laquelle équilibre un poids précisément égal à celui de la partie du jet supprimée. Nous voyons encore ici apparaître la sustentation dès que toute l'énergie disponible du moteur ne se transforme plus intégralement en travail d'élévation.

Tout moteur à action cinétique continue, si on le considère au point de vue le plus général et en négligeant toutes les circonstances accessoires, peut toujours, tant au point de vue énergétique qu'au point de vue quantité de mouvement, être assimilé à un jet fluide strictement équivalent : au fonctionnement du moteur dans des conditions qui permettent l'utilisation intégrale de son énergie disponible correspond le cas de l'élévation libre du jet, sans déviation, et par suite sans sustentation; au fonctionnement du moteur dans des conditions entraînant une perte d'énergie, correspond, pour un jet ascendant, le cas de la déviation avec sustentation.

On étendrait facilement les considérations qui précèdent, au cas d'un moteur continu quelconque et notamment au cas d'un moteur électrique. Il suffirait pour cela d'établir une assimilation entre le courant électrique et un jet, chaque courant défini ayant son *jet représentatif*. Il en serait de même pour le muscle qui élève un poids, si l'on pouvait déterminer la valeur du flux d'énergie musculaire, ce flux admettant également un jet représentatif.

Il nous semble que ce système de représentation énergétique par jets fluides, convenablement généralisé, est susceptible d'applications fécondes.

GÉOLOGIE. — *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont.* Note de MM. **Maurice Lugeon** et **Émile Argand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans les synthèses tectoniques de la chaîne alpine, qui ont fait l'objet d'importants travaux durant ces dernières années, une vaste région restait à interpréter. Il s'agissait de savoir si l'ossature de la grande zone cristalline du mont Rose-Piémont comportait également de grandes nappes de recouvrement, ainsi qu'on pouvait le prévoir depuis que l'un de nous avait montré dans la coupe du Simplon [1] la présence de vastes plis empilés et déversés vers le nord-ouest.

Les documents existants, complétés par les travaux exécutés sur le terrain par l'un de nous, révèlent, dans la partie de la zone mont Rose-Piémont comprise entre Bonneval et le massif du Tessin, *l'existence de sept nappes superposées, plus ou moins digitées, toutes déversées vers l'extérieur de la chaîne.*

---

(1) *Sur la coupe géologique du Simplon* (*Comptes rendus*, 24 mars 1902).

Les éléments tectoniques de cette région, qui s'étend sur une longueur de 200^km et une largeur maximum de 90^km sont de haut en bas :

A. *La nappe de la Dent-Blanche* (nappe VII), vaste lambeau de recouvrement flottant entièrement sur un substratum mésozoïque. L'une au moins des digitations frontales est conservée à Gignod sous la forme d'une tête anticlinale plongeante de gneiss.

a. Le synclinal mésozoïque de Roisan, bande étroite et localement écrasée, sépare sur une longueur de 25^km au moins la nappe de la Dent-Blanche de la nappe suivante.

B. *La nappe du mont Mary-mont Emilius* (nappe VI). Elle est complètement écrasée sous la précédente dans le haut val Tournanche, d'où elle augmente rapidement de largeur vers le sud-ouest. Cette nappe franchit la Doire Baltée entre Villefranche et Saint-Marcel; elle forme sur la rive gauche du vallon de ce nom un magnifique recouvrement sur les roches vertes mésozoïques du substratum et va culminer dans les hauts sommets du mont Emilius; en même temps les axes des plis se relèvent fortement vers le sud-ouest.

La masse gneissique du mont Émilius se raccorde à sa racine (gneiss Sesia-Val di Lanzo) par les diverses formations analogues qui jalonnent l'arête Punta-Glacier-Rafré et atteignent la Doire près d'Issogne. A cette nappe se rattache le lambeau de recouvrement de Pillonet, sur la crête qui sépare le val Tournanche de la vallée de Challant.

b. La grande fenêtre ou regard de Châtillon-Zermatt. — Elle s'étend entre les masses plongeantes du mont Mary, le recouvrement du mont Émilius et leur racine représentée par le gneiss Sesia couché vers l'extérieur de la chaîne.

Elle entre en rapport au nord avec d'autres formations que nous examinerons plus loin, et à l'est avec le synclinal d'Alagna séparant les nappes V et VI. A Arceza, dans le val Challant, une coupole de gneiss apparaît sous les terrains mésozoïques; elle appartient à la nappe suivante.

C. *La nappe du mont Rose-Grand-Paradis (nappe V).*— L'homologie tectonique de ces deux massifs est très étroite et la voûte surbaissée d'Arceza, située exactement sur la ligne qui les joint, indique très probablement leur continuité en profondeur.

A son extrémité nord-est, le gneiss du mont Rose flotte sur le synclinal qui occupe la partie supérieure des vallées de Zwischbergen, Bognanco et Antrona. Ce phénomène est dû au relèvement de l'axe des plis vers le

nord-est. Au delà du synclinal précité la nappe du mont Rose est entièrement décapée par l'érosion. Dans le Furgenthal apparaît, d'après Gerlach, une petite fenêtre mésozoïque sous le gneiss du mont Rose. La racine, encore en continuité parfaite avec la nappe, rejoint par Bannio le gneiss du Tessin; elle est localement renversée vers le sud-est.

En conséquence, à la notion de *dôme du mont Rose* doit succéder définitivement celle de la nappe, ainsi que l'un de nous l'avait prévu dans une Note antérieure.

Puisque la coupole de gneiss du Grand-Paradis joue le même rôle tectonique que celle du mont Rose, à laquelle elle se relie par la coupole d'Arceza, il en résulte que, là encore, à la notion de dôme doit succéder celle de pli couché.

Le Grand-Paradis n'est que la carapace d'une grande nappe encore enfouie.

C. Quant à la bande mésozoïque, formée de plusieurs éléments tectoniques, et que l'on voit s'étendre d'Aoste par le col de Fenêtre, Évolène, le Bruneggliorn, Zermatt, Saas et le Weissmies, elle sert de substratum à la nappe VII et enveloppe le pli frontal de la nappe du mont Rose (V). Plus loin, elle sert de substratum à cette dernière, et la sépare de la nappe IV, dans la région où celle-ci commence à se coucher (Camughera).

D. *La nappe du Grand Saint-Bernard* (nappe IV). — Du col de Rhême, elle remonte vers le nord et va former le grand anticlinal couché des schistes de Casanna en Valais. Celui-ci flotte librement à son extrémité orientale sur un étroit synclinal qui le sépare du gneiss du Monte-Leone (nappe III).

Une portion replissée de la nappe IV vient s'insinuer sous les nappes VII et VI et sur la nappe V en formant deux énormes faux synclinaux, très probablement continus en profondeur; l'un est compris entre la Dent-Blanche (VII) et le mont Rose (V) et forme le massif des Mischabel, l'autre s'introduit entre les débris de la nappe du mont Emilius (VI) et le Grand-Paradis (V); nous l'appelons *massif de Valsavaranche*. Ce dernier massif est considéré par M. Novarese [1] comme formant un grand anticlinal couché au sud sur le Grand-Paradis; il représente pour nous un faux synclinal couché vers l'extérieur de la chaîne, comme tous les plis de la région.

Ce déversement apparent au sud résulte de l'intersection entre la surface actuelle du relief et les accidents tectoniques.

---

(1) *Rilevamento geologico delle Alpi occidentali,* nel 1899-1900.

Le noyau de la nappe est indiqué par le gneiss de Zwischbergen et par la bande fortement feldspathisée qui lui fait suite à l'ouest.

Le petit massif de Camughera, dans l'est, près de Domo d'Ossola, fait également partie de la nappe IV, à laquelle il se relie par dessous le synclinal du val Bognanco. Il est taillé dans la région où les racines droites des nappes IV et V commencent à se coucher vers l'extérieur de la chaîne. La racine va se perdre dans le gneiss du Tessin.

Les nappes III, II et I ont déjà fait l'objet d'une Communication antérieure; elles apparaissent au jour dans la région du Simplon et se propagent suivant leur direction axiale vers les massifs tessinois. Ce sont les nappes du *Monte-Leone,* de *Lebendun* et d'*Antigorio.*

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo extraordinaire.* Note de M. **Pernter**, présentée par M. E. Mascart.

A propos du halo extraordinaire décrit par M. Besson dans les *Comptes rendus* du 3 avril 1905, il me paraît intéressant de constater qu'avec une hauteur du Soleil de 8° la hauteur théorique sur l'horizon de l'arc tangent supérieur du halo de 46°, d'après la théorie de Bravais (*Sur les halos,* p. 96) est précisément 59°, la valeur mesurée de M. Besson. La formule de Bravais pour le calcul de la hauteur h de cet arc sur l'horizon :

$$\sin h = \sqrt{n^2 - \cos^2 H}$$

(n étant l'indice de réfraction et H la hauteur du Soleil) donne, pour $n = 1{,}31$ et $H = 8°$, $h = 58°58'$.

D'après cette théorie de Bravais, l'arc tangent supérieur du halo de 46° n'est, en réalité, tangent qu'avec une hauteur du Soleil de 22°8'; la théorie de Galle (*Pogg. Ann.,* t. XLIX, p. 264), au contraire, le veut toujours, et avec toutes les hauteurs du Soleil, tangent au halo. La théorie de Bravais suppose des prismes de glace dont l'axe est stable et sans balancements, mais quand même tournant autour de l'axe; Galle exige les mêmes prismes non seulement tournant autour de l'axe vertical, mais ce dernier doué aussi de balancements horizontaux. J'avoue que j'ai longtemps et beaucoup douté de la possibilité des conditions de Bravais : axes verticaux stables, tournant sur eux-mêmes et, néanmoins, sans les moindres balancements. Les observations seules pouvaient en décider.

On n'a jusqu'à présent que deux mesures de la hauteur de cet arc circumzénithal sur l'horizon : celle de M. Besson, qui nous occupe dans cette Note, et une série de treize mesures exécutées par Ekama pendant l'expédition polaire hollandaise en 1882-1883 (*Mijne Waarnemingen omtrent de halo*, p. 58). L'une et les autres se rapportent à l'arc de Bravais. De là il ne résulte pas que l'arc tangent de Galle ne se réalise pas dans la nature; de plus, on n'en peut pas même déduire que son apparition soit plus rare que celle de l'arc *tangent* de Bravais, mais tous les doutes sur la réalité du dernier sont dissipés.

Qu'il me soit permis encore d'expliquer *la tache irisée, semblable au sommet du halo ordinaire* et distante du Soleil de 28°, qu'a vue et mesurée M. Besson. Elle était, sans doute, un fragment du halo de Scheiner. Bravais nomme ainsi un halo très rare, produit par des angles dièdres de 70°32', qu'on trouve dans les cristaux de glace des diverses combinaisons du prisme avec la pyramide; ils donnent une déviation minimum de 27°45'.

M. **Marcel P.-S. Guédras** adresse une Note *Sur l'existence du pétrole dans le département du Var*.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. **Charles Bussy** adresse un modèle de *Calendrier perpétuel*.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 15 mai 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. le PRÉSIDENT annonce le décès de M. *Potier* 1285

M. BERTHELOT. — Perméabilité des vases de verre 1286

MM. J. VIOLLE et TH. VAUTIER. — Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3m de diamètre 1292

MM. A. HALLER et C. MARTINE. — Sur les menthones et menthols obtenus par la réduction de la pulégone par l'action catalytique du nickel réduit 1298

MM. L. MAQUENNE et EUG. ROUX. — Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des empois de fécule 1303

M. A. LACROIX. — Les carbonates basiques de magnésie de l'éruption de Santorin en 1866 1308

S. A. S. le Prince DE MONACO. — Expériences d'enlèvement d'un hélicoptère 1311

M. GUSTAF RETZIUS fait hommage du Tome XII de ses « Biologische Untersuchungen » (nouvelle série) 1312

NOMINATIONS.

M. LOUIS HENRY est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de de M. *Williamson* 1313

MM. ÉMILE PICARD et MOISSAN sont nommés membres d'une Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1904... 1313

CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES prie l'Académie de dresser des listes de candidats pour deux chaires au Conservatoire national des Arts et Métiers 1313

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale les Ouvrages suivants : « Le opere di Galileo Galilei », Volume XV; « Éléments de Physiologie », par M. *F. Laulanié*; « Les récents progrès de la Chimie » 1313

MM. JEAN MASCART et W. EBERT. — Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites 1314

M. CYPARISSOS STÉPHANOS. — Sur les forces donnant lieu à des trajectoires coniques .. 1318

MM. CH. EUG. GUYE et H. GUYE. — Sur la rigidité électrostatique des gaz aux pressions élevées 1320

M. G.-A. HEMSALECH. — Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes 1322

M. S. TURCHINI. — Étude de la puissance radiographique d'un tube à rayons X..... 1325

M. EUGÈNE BLOCH. — Sur la conductibilité des gaz issus d'une flamme 1327

M. GEORGES MESLIN. — Sur l'ionisation et le coefficient d'aimantation des solutions aqueuses 1329

M. PIERRE WEISS. — Propriétés de la pyrrhotine dans le plan magnétique 1332

M. A. GUÉBHARD. — Sur l'identité de cause du silhouettage blanc et du silhouettage noir 1334

M. D. GERNEZ. — Triboluminescence des composés métalliques 1337

M. CAMILLE MATIGNON. — Propriétés de quelques chlorures anhydres de métaux rares 1339

M. PINERUA ALVAREZ. — Sur une réaction du rhodium 1341

M. E. CHABLAY. — Action des métaux ammoniums sur les alcools : méthode générale pour la préparation des alcoolates... 1343

N° 20.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

M. André Kling. — Propionylcarbinol et dérivés 1345

MM. A. Guyot et J. Catel. — Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane 1348

MM. M. Piettre et A. Vila. — Sur la méthémoglobine 1350

M. F. Battelli et Mlle L. Stern. — Recherches sur le mode d'action de la philocatalase 1352

MM. E. Chuard et F. Porchet. — Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques, employées dans la lutte contre le mildiou. 1354

M. Georges Delacroix. — Sur une pourriture bactérienne des Choux 1356

M. H. Lagatu. — Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique 1358

M. R. Odier. — Terminaison des nerfs moteurs dans les muscles striés de l'Homme. 1361

M. Ernest Solvay. — Sur le problème dit du *travail statique*; essai de dissociation des énergies mises en jeu 1362

MM. Maurice Lugeon et Émile Argand. — Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont 1364

M. Pernter. — Sur un halo extraordinaire. 1367

M. Marcel P.-S. Guédras adresse une Note « Sur l'existence du pétrole dans le département du Var » 1368

M. Charles Bussy adresse un modèle de « Calendrier perpétuel » 1368

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 21 (22 Mai 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MAI 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE ANIMALE. — *Nouvelles expériences de parthénogenèse expérimentale chez* Asterias. Note de M. **Yves Delage.**

J'ai entrepris une série d'expériences pour déterminer le mode d'action des agents de la parthénogenèse expérimentale. Ces expériences sont encore trop peu avancées pour permettre une conclusion générale; mais elles m'ont fait connaître quelques particularités intéressantes que j'énumérerai très brièvement.

1° Le fait, signalé par moi en 1902, qu'une augmentation de pression osmotique n'était pas nécessaire pour déterminer la parthénogenèse se confirme par de nouveaux exemples. Plusieurs des réactifs employés, chlorure de manganèse, phosphate monobasique de sodium, etc., agissent aussi bien, si ce n'est mieux, lorsque la concentration totale du mélange est inférieure à celle de l'eau de mer, 0,460 au lieu de 0,520, tandis qu'à une concentration supérieure, 0,600, leur efficacité est très diminuée.

2° Une solution de chlorure de manganèse dans l'eau distillée, à la concentration de l'eau de mer, m'a fourni non seulement de nombreuses segmentations, mais même des blastules qui ont éclos et nagé. C'est un fait très digne d'attention que la parthénogenèse ait pu être déterminée par un liquide *ne contenant pas d'eau de mer* et au moyen d'un sel *qui n'existe pas dans l'eau de mer,* si ce n'est à dose infinitésimale comme tant d'autres substances.

Des solutions au même degré de concentration formées soit de chlorure de sodium, soit de chlorure de potassium, soit d'un mélange de ces deux

sels à la proportion où ils sont dans l'eau de mer, additionnées ou non de sulfate de magnésium, ne m'ont donné que de rares et très mauvaises segmentations dont aucune n'a abouti à la blastule nageante.

3° Le phosphate monobasique de sodium s'est montré agent efficace de parthénogenèse.

4° En ajoutant à l'eau de mer chargée d'acide carbonique (qui donne les merveilleux résultats que j'ai fait connaître) un excès de carbonate de chaux dont une partie se dissout par l'effet de l'acide carbonique sous pression, on obtient des blastules non moins belles que par l'acide carbonique seul, mais qui présentent une particularité remarquable. Un grand nombre d'entre elles sont soudées les unes aux autres, d'une manière très solide, par deux, par trois ou même par quatre, et vivent aussi bien que les individus isolés. Bientôt les individus soudés se fusionnent en un individu simple, polygastrique, avec autant d'invaginations stomacales qu'il y a d'individus fusionnés en un seul. Je les ai soumis aux conditions ordinaires d'élevage et ferai connaître, s'il y a lieu, leur évolution ultérieure.

MAGNÉTISME. — *De l'hystérèsis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. Comparaison entre la théorie et l'expérience.* Note de M. **P. Duhem.**

Dans une Note précédente [1] nous avons demandé à la théorie de l'hystérèsis la prévision des effets produits, en un aimant, par un champ qui subit des oscillations *symétriques*, très nombreuses et très rapides, entre deux valeurs $\mathcal{H}_0 - \eta$ et $\mathcal{H}_0 + \eta$. Nous nous proposons aujourd'hui de comparer les propositions que nous avons obtenues aux résultats des expériences très intéressantes qui ont été effectuées par M. Ch. Maurain [2].

M. Maurain a employé successivement diverses sortes de champs oscillants. Il a constaté, en premier lieu, que « pour qu'une de ces actions électromagnétiques réduise complètement l'hystérèsis, il faut qu'elle atteigne une certaine amplitude dans sa variation ».

---

(1) *De l'hystérèsis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant* (*Comptes rendus*, séance du 8 mai 1905, t. CXL, p. 1216).

(2) Ch. Maurain, *Étude et comparaison des procédés de réduction de l'hystérèsis magnétique* (*Journal de Physique*, juin 1904).

Ce résultat expérimental s'accorde fort exactement avec une proposition théorique entièrement générale que nous avons établie [1] peu de temps avant la publication des expériences de M. Maurain; cette proposition était formulée ainsi :

Les petites oscillations de l'action extérieure n'ont qu'une influence négligeable sur les transformations d'un système dont le coefficient de viscosité est grand par rapport à l'amplitude de ces oscillations.

Il résulte, en effet, de cette proposition, que les oscillations du champ ne sauraient faire disparaître l'hystérèsis tant que leur amplitude 2η n'est pas comparable au coefficient de viscosité magnétique $v(m, m')$.

« Il faut donc, dit M. Maurain, pour l'application correcte d'un des procédés électromagnétiques de réduction de l'hystérèsis, le faire agir, après chaque variation du champ magnétisant, d'abord avec une amplitude supérieure à l'amplitude limite nécessaire pour la réduction complète, puis en réduisant cette amplitude jusqu'à o. »

Cette manière d'opérer est, en théorie, d'une interprétation assez délicate; en se fondant sur le théorème que nous énoncions il y a un instant, on peut admettre que l'on obtient, dans chaque cas, la même aimantation que si l'on soumettait uniquement l'aimant à une longue série d'oscillations, d'amplitude bien déterminée et égale à la limite inférieure des amplitudes des oscillations efficaces.

Si l'on admet cette supposition, afin de pouvoir interpréter les résultats de M. Maurain, on voit que la courbe dont un point quelconque a pour abscisse la valeur moyenne $\mathcal{H}_0$ du champ et pour ordonnée la valeur $\mathfrak{M}$ de l'aimantation obtenue devra changer lorsque l'on changera la loi qui régit le champ oscillant; c'est, en effet, ce qui a lieu :

« Le *résultat général* important, dit M. Ch. Maurain, est que les courbes réversibles obtenues par les différents procédés pour un même noyau magnétique ne coïncident pas; elles ont le même aspect, montent rapidement à partir de l'origine et n'ont pas de point d'inflexion, mais sont nettement différentes. » Et encore : « *Les courbes d'aimantation réversibles obtenues en supprimant par différents procédés ce que l'on appelle l'*hystérèsis magnétique, *ont la même allure et sont peu différentes, mais sont certainement différentes...* »

Si la loi qui régit le champ oscillant est bien déterminée, à une valeur

---

[1] *Effet des petites oscillations de l'action extérieure sur les systèmes affectés d'hystérèsis et de viscosité* (*Comptes rendus*, séance du 2 mai 1904, t. CXXXVIII, p. 1075).

déterminée $\mathcal{H}_0$ du champ fixe correspond une valeur limite $\mathfrak{M}$ de l'aimantation, bien déterminée et indépendante des modifications magnétiques que le système a pu subir antérieurement; cette conclusion est encore conforme aux résultats des expériences de M. Ch. Maurain.

« J'ai vérifié ce fait de plusieurs façons : en déterminant plusieurs fois chaque courbe et entremêlant l'application des divers procédés; ou encore en maintenant constante une valeur donnée du champ magnétisant et en appliquant successivement les différents procédés de réduction, dans un ordre quelconque; on retrouvera les mêmes valeurs que celles obtenues en déterminant les courbes. Ces dernières expériences montrent que si, ayant fait agir un des procédés de réduction et obtenu la valeur correspondante de l'aimantation, on fait agir un autre procédé, sans modifier le champ magnétisant, on obtient la valeur qui correspond à ce deuxième procédé, et cela quel que soit l'ordre des expériences..... Ainsi l'état magnétique auquel est amené un noyau magnétique, pour un champ magnétisant donné, par l'application de l'un quelconque des procédés de réduction de l'hystérèsis, est bien déterminé, quel que soit l'état magnétique initial. »

Ces observations s'accordent pleinement avec la théorie que nous avons développée; elles nous paraissent, au contraire, incompatibles avec une explication, proposée par M. Maurain, des lois auxquelles il a été amené; cette explication consiste à admettre qu' « une partie des phénomènes d'hystérèsis magnétique..... dépend des actions d'ordre non magnétique, qui causent une hystérèsis plus ou moins sensible dans les effets de presque toutes les actions physiques sur les corps solides ».

Disons un mot, en terminant, de l'*action des ébranlements*. Cette action est évidemment très complexe et très difficile à analyser. Nous supposerons qu'on peut l'assimiler à l'image théorique suivante :

L'état du système est défini non seulement par son intensité d'aimantation m, mais encore par une seconde variable x, pour laquelle le coefficient de viscosité est supposé très petit; tandis que le champ garde une valeur invariable $\mathcal{H}_0$, la variable x éprouve des oscillations très petites et très nombreuses au voisinage d'une valeur moyenne invariable.

Selon ce que nous avons démontré ailleurs [1] *l'intensité d'aimanta-*

---

[1] *Influence exercée par de petites variations des actions extérieures sur un système que définissent deux variables affectées d'hystérèsis* (*Comptes rendus*, séance du 13 juin 1904, t. CXXXVIII, p. 1471).

tion m tend alors vers la valeur $\mathfrak{M}_0$ *qui, jointe au champ* $\mathfrak{H}_0$, *définit un état naturel.*

C'est aussi vers cette valeur $\mathfrak{M}_0$ *que tend l'intensité d'aimantation lorsqu'au champ invariable* $\mathfrak{H}_0$ *on superpose un champ oscillant dont la valeur varie très lentement et tend vers* 0.

Ces conclusions sont conformes aux résultats de l'expérience :

« La réduction de l'hystérèsis, dit M. Ch. Maurain, par l'action d'un champ alternatif décroissant ou par les actions mécaniques, conduit aux mêmes valeurs limites de l'aimantation; ... *pour le fer doux, l'action des chocs paraît la même que celle d'un champ magnétique alternatif décroissant.* »

La « grande complexité » des phénomènes observés par M. Ch. Maurain semble donc pouvoir être entièrement débrouillée au moyen de la théorie que nous avons proposée.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la campagne de la « Princesse-Alice ».* Note de S. A. S. le Prince DE MONACO.

Ma campagne scientifique de 1904 a eu pour objet l'Océanographie pure, la Biologie marine, la Zoologie et, pour la première fois, la météorologie de la haute atmosphère océanienne. Les savants attachés au laboratoire étaient MM. les docteurs Richard, Maillard et Portier, le professeur Joubin du Muséum de Paris, le professeur Hergesell de l'Université de Strasbourg, M. Sauerwein, enseigne de vaisseau; et M. Tinayre, artiste peintre, assistait les uns et les autres.

Pendant les mois de mars et d'avril j'ai fait, au large de Monaco, avec M. Hergesell, des essais préliminaires en vue d'ascensions météorologiques de cerfs-volants projetées. La campagne scientifique proprement dite commença le 15 juillet avec mon départ du Havre, fut poursuivie jusqu'aux Canaries et aux Açores et finit le 21 septembre dans la Méditerranée.

Océanographie pure. — J'ai opéré 96 sondages depuis 134^m jusqu'à 5425^m tantôt avec le sondeur Buchanan, tantôt avec le sondeur Léger, celui-ci ayant rendu de très grands services pour les échantillons de vase sableuse que, seul, il peut rapporter constamment.

On a exécuté en outre, par les soins de M. Sauerwein, 4 séries verticales, chacune de 15 prises d'échantillon d'eau avec observation de température, entre la surface et 4904^m, 5000^m, 5422^m et 5425^m, pour l'étude de la circulation des eaux dans la profondeur, suivant la méthode de M. Thoulet.

Bactériologie. — J'ai fait, dans ces mêmes conditions de profondeur, dix-neuf prises d'eau pour les recherches bactériologiques de M. Portier. L'instrument employé est une boîte à renversement qui renferme les tubes stérilisés, et le Dr Portier a fini, après deux années d'expériences, par lui donner les plus entières garanties contre toute irrégularité. C'est ainsi que, dans les grandes profondeurs et jusqu'à peu de mètres du fond, certains prélèvements n'ont pas fourni un seul microbe dans un volume de 25^{cm^3} d'eau, tandis que d'autres ont donné quelques résultats (environ une bactérie par 7^{cm^3} ou 8^{cm^3}).

L'eau de la surface, prélevée fort loin des côtes, est également pauvre en bactéries; mais il est intéressant de trouver dans l'eau puisée sur le banc *Gorringe,* qui est à 260 milles de la côte la plus voisine, une abondance relative de bactéries (environ dix dans 1^{cm^3}). Cette richesse tient évidemment au grand nombre des animaux qui vivent sur le banc.

Chimie biologique. — Diverses captures ont permis au docteur Portier de faire, pendant la croisière, l'analyse du sucre dans une quantité suffisante de sang fournie par des Vertébrés inférieurs; il en a été constaté chez des Poissons osseux (*Thynnus alalonga, Serranus atricauda*) et chez des Poissons cartilagineux (*Galeus canis, Carcharias glaucus*) environ $0^g,3$ par litre. Le sang de Tortue (Tortue Caretta) fournissait à peu près les mêmes proportions de glucose. On a même pu faire chez la Tortue des prélèvements de sang aseptiques, étudier l'action des ferments glycolytiques et galactolytiques, et réaliser quelques expériences sur la coagulation.

Zoologie. — J'ai envoyé 10 fois le chalut à étriers sur des profondeurs variant de 400^m à 5413^m, et 3 fois un chalut à plateaux divergents. Parmi les résultats obtenus je signalerai près des Canaries, entre 1530^m et 1340^m, des Spongiaires : *Pheronema* et *Aphrocallistes.* Des Cœlentérés : Alcyonaires et Antipathes. Des Échinodermes : *Pentacrinus Wyvillei Thomsoni* et autres Crinoïdes. Plusieurs Oursins et Ophiures. Des Crustacés parmi lesquels *Polycheles crucifera* et des Cyrrhipèdes (*Verruca*). Des Mollusques : Dentales avec Géphyriens : *Ranella.* Des Brachyopodes : *Dyscolia Wyvillei* morts. 1 Poisson : *Eurypharynx pelecanoides* Vaillant.

Puis encore, dans le même archipel, et par 3825^m : 1 *Scalpellum,* de nombreuses Holothuries violettes (Benthodytes), des Crevettes bathypélagiques et 1 dent de Squale qui a 30^{mm} de côté.

Enfin, entre les Canaries et les Açores, par 5413^m : 1 Crevette (*Aristeus armatus*), 3 Stellérides du genre *Hyphalaster,* un autre se rapprochant du

Neomorphaster Talismani qui n'avait jamais été pris à ces profondeurs; et 1 Poisson nouveau d'après M. Vaillant qui l'appelle *Cetonurus microps*.

Les nasses ont donné, aux Canaries, et par 1000^{m} : des Poissons (*Synaphobranchus pinnatus*), des Crustacés (*Geryon affinis*) et une Crevette.

Les hameçons ont pris un certain nombre de Poissons, et je citerai parmi eux, sur la côte de Portugal, par 1506^{m}, 1 *Centrophorus squammosus* de 1^{m},05.

Le haveneau a servi pour prendre, notamment, des Tortues Caretta, dont l'une pèse 29^{kg} et une autre contient dans son estomac du mâchefer, des becs de Céphalopodes, des Janthines et des Anatifes. Il a procuré aussi, non loin des Açores, plusieurs spécimens encore un peu vivants de *Leachia cyclura*, Céphalopode excessivement rare sur lequel M. le professeur Joubin a pu faire immédiatement des études histologiques. Ces animaux sont des pélagiques de profondeur qui paraissent venir à la surface pour pondre, et mourir ensuite. Sur le globe de chaque œil se trouvent 7 organes lumineux ressemblant à des perles argentées, disposés de façon que le pigment noir de la rétine s'oppose à la pénétration dans l'œil des rayons lumineux; ceux-ci sont projetés de façon à éclairer les objets placés en avant ou en dessous de l'animal. L'étude histologique de ces appareils photogènes a montré des variations de détail particulières à chacun d'eux; il est probable que les rayons lumineux émis, après avoir passé à travers des lentilles et des écrans, après avoir été réfléchis par des miroirs à courbures variées, changent de couleur et d'intensité.

Par une nuit calme, un grand Céphalopode a circulé autour du navire sans qu'il fût possible de le capturer ni de le déterminer. Une lumière bleue intense était émise par la face ventrale de son corps.

Le filet fin récemment imaginé par le Dr Richard pour traîner à la surface avec toutes les vitesses du navire a permis de prélever sur le parcours entier de la croisière, pendant cette campagne, 110 échantillons de Plankton. Un grand filet, présentant 9^{m} d'ouverture et qui servait régulièrement pour la première fois à l'étude de la faune bathypélagique au moyen d'explorations verticales, donnait, en 21 opérations pratiquées depuis la surface jusqu'à la profondeur de 5000^{m}, des résultats magnifiques dont voici une rapide analyse.

De 0^{m} à 1000^{m} on a eu des Leptocéphales (larves de Murénidés), des Ptéropodes (*Cavolinia spirialis*).

De 0^{m} à 2500^{m}, des Annélides incolores (*Tomopteris, Alciopa*); des Crevettes rouges (*Acantephyra*); des petits Céphalopodes (*Cranchia*); une Méduse bathypélagique (*Atolla*).

De 0^{m} à 3000^{m}, deux Poissons très remarquables rapprochés, par M. Vaillant, de

son *Aulostoma longipes* du *Talisman*. Ils étaient vivants, transparents, avec des yeux télescopiques regardant en haut; un Amphipode rare (*Archomenopsis abyssorum*). Des Méduses (*Atolla, Pantachogon Hœckeli Agliscra*); des Siphonophores (*Bathyphisa*, etc.); un Ostracode (*Gygantocypris*); une Némerte pélagique (*Nectonemertes Grimaldii*), décrite récemment par M. Joubin; un Ptéropode à coquille transparente avec piquants (*Calcarella spinosa*); des Mysidés (*Eucopia, Stylocheiron*, etc.); des *Acantephyra*, une Crevette rouge à points noirs, et beaucoup d'autres; des Poissons : *Neostoma, Chauliodus Sloanei, Argyropelecus*.

De 0^{m} à 5000^{m} un très curieux Mysidé (*Ârataspis monstrosa*); des Crevettes rouges (*Acantephyra*) et beaucoup d'autres à l'étude. Une larve intéressante paraissant se rapporter au groupe des Lithodes qui ne sont pas bathypélagiques.

Les collaborateurs chargés d'étudier ces résultats annoncent un grand nombre de faits nouveaux intéressants, et ce qui montre l'excellence de ce moyen d'investigation, c'est d'abord la contribution du professeur Sars constatant pour cette seule campagne 25 espèces et 5 genres nouveaux de Copépodes, sans parler de ceux qui lui restent à étudier; c'est aussi le cas de M. Hansen, de Copenhague, signalant 27 espèces de Schizopodes dont 8 nouvelles obtenues dans ces quelques opérations.

Dans la plupart de mes opérations avec le filet vertical, le point de départ se trouvait à plusieurs centaines ou à plusieurs milliers de mètres au-dessus du fond même de la mer.

J'ai pratiqué pour la première fois, sur mon navire, l'exploration météorologique de la haute atmosphère au moyen de cerfs-volants; M. le professeur Hergesell, de Strasbourg, l'a dirigée pendant une partie de la croisière et j'ai déjà présenté à l'Académie une Note de ce savant qui rapporte les résultats obtenus : 12 ascensions de cerfs-volants ont été faites dans la région des vents alizés jusqu'à l'altitude de 4500^{m}, et 10 autres dans la Méditerranée. En outre, j'ai obtenu que S. M. l'Empereur Guillaume en fît exécuter par un contre-torpilleur de sa suite pendant ma présence à Kiel et aussi pendant sa dernière navigation sur les côtes de Norvège. Plus tard le Gouvernement portugais, suivant aussi mon conseil, dota Lisbonne d'un service régulier pour ce genre d'observations.

M. Hergesell a fait encore, sur mon navire, 9 expériences sur les pressions jusqu'à la profondeur de 4282^{m}, avec un manomètre spécialement construit pour cela.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, un volumineux Recueil de pièces manuscrites contenant les minutes

de divers cours professés à la Sorbonne par l'illustre Lamé sur le *Calcul des probabilités*. Ces précieux manuscrits seront déposés à la Bibliothèque et les remercîments de l'Académie seront adressés à Mme A. Potier qui a envoyé toutes ces pièces pour se conformer aux intentions de son mari, notre regretté Confrère.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom des Directeurs de la *Société Hollandaise des Sciences*, le Tome X des *Œuvres complètes de Christiaan Huygens*.

L'exemplaire déposé sur le bureau, le premier qui soit sorti des presses, contient la fin de la correspondance de Huygens. On y remarquera tout particulièrement les nombreuses lettres échangées avec Leibniz et le marquis de l'Hospital. Cette partie de la correspondance avait été déjà publiée par P.-J. Uylenbrock dans ses fascicules : *Christani Hugenii aliorumque seculi XVII virorum celebrium Exercitationes mathematicæ et philosophicæ*. Mais M. le professeur J.-J. Korteweg lui a donné toute sa valeur en extrayant des *Adversaria*, c'est-à-dire des dix Volumes in-folio dans lesquels Huygens a conservé ses travaux quotidiens, tout ce qui pouvait éclairer cette correspondance et permettre au lecteur d'en apprécier la portée.

La dernière lettre de la collection porte le n° 2894. Découverte par M. Bosscha, le savant Secrétaire de la Société Hollandaise des Sciences, dans la Bibliothèque royale de Hanovre, elle exprime les sentiments de Leibniz à la nouvelle de la mort de Huygens.

La perte de l'illustre M. Huygens, dit Leibniz, est inestimable. Peu de gens le savent autant que moi; il a égalé à mon avis la réputation de Galilée et de Descartes, et aidé par ce qu'ils avaient fait il a surpassé leurs découvertes. En un mot il fut l'un des premiers ornements de ce temps.

La correspondance dont la publication vient d'être achevée était sans doute la partie la plus difficile de la nouvelle et définitive édition des *Œuvres de Huygens*. En la publiant, en l'entourant de tous les renseignements et de toutes les additions nécessaires, la Société Hollandaise des Sciences a élevé un monument impérissable à la mémoire de Huygens; elle a aussi rendu à l'Histoire des Sciences un service dont on ne saurait exagérer la valeur.

M. **Chauveau** fait hommage à l'Académie de l'*Exposé des Travaux de l'Association de l'Institut Marey en 1904*.

C'est en quelque sorte le testament scientifique du créateur de cette Association. Marey, terrassé par la maladie, n'a jamais abandonné un instant la direction des recherches qu'il avait commencées à son Institut, sur le contrôle des méthodes et des appareils introduits par lui en Physiologie expérimentale. Grâce aux élèves qu'il avait formés, grâce surtout au zèle intelligent et éclairé de son sous-directeur, M. Athanasiú, les travaux de Marey ont pu être poursuivis après sa mort, suivant le plan qu'il en avait dressé lui-même sur son lit de souffrance.

Il n'y a pas que les physiologistes qui auront à profiter des enseignements du Rapport de M. Athanasiú sur la *Méthode graphique* et ses deux formes, la *Chronostylographie* et la *Chronophotographie*.

Pour honorer la mémoire de Marey, j'ai donné tous mes soins à la publication, illustrée de plus de 100 belles planches ou figures, de ce Rapport et de ceux qui l'accompagnent.

J'avais le devoir d'offrir ce Volume à l'Académie, où Marey tenait une si belle place et a laissé de si vivants souvenirs. Du reste, le nouveau Président de l'Association de l'Institut Marey ne pouvait oublier qu'elle est une filiale de l'Association internationale des Académies et qu'elle est placée sous le haut patronage de l'Académie des Sciences.

S. A. S. le Prince **de Monaco** fait hommage à l'Académie du fascicule XXIX des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard.

Ce fascicule a pour titre : *Mémoires océanographiques* (1re série), par J. Thoulet.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une condition de convergence des séries de Fourier*. Note de M. **Henri Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

Depuis les travaux de Dirichlet, Lipschitz, Du Bois Reymond, de MM. Dini et Jordan, on connaît un certain nombre de conditions de convergence des séries de Fourier. Mais ces conditions ne nous font pas con-

naître des cas de plus en plus étendus où la convergence a lieu; elles donnent, presque toutes, des cas différents de convergence, empiétant quelque peu les uns sur les autres. De sorte qu'il est possible de nommer des fonctions satisfaisant à certaines des conditions de convergence que j'ai indiquées sans que leur somme satisfasse à aucune de ces conditions. Pour supprimer ces difficultés, il faut donner un énoncé contenant tous ceux que j'ai mentionnés et s'appliquant à la somme de deux fonctions quand il s'applique à ces fonctions. J'ai obtenu un tel énoncé en modifiant légèrement certains raisonnements de Dirichlet, Riemann et Lipschitz.

Soit $f(x)$ une fonction de période 2π, continue ou non, mais ayant une intégrale. Le mot *intégrale* sera pris au sens de Riemann ou à celui que je lui ai donné, comme l'on voudra; la portée seule des résultats sera modifiée suivant le sens adopté. On sait que, si l'on pose

$$\varphi(t) = f(x+2t) + f(x-2t) - 2f(x),$$

et si S_m désigne la somme des $m+1$ premiers termes de la série de Fourier de f, pour la valeur x, on a

$$\begin{aligned} D_m = \pi[S_m - f(x)] &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\varphi(t)}{\sin t} \sin(2m+1)t\,dt \\ &= \varepsilon_m + \int_0^{\frac{\pi}{2m+1}} \frac{\varphi(t)}{\sin t} \sin(2m+1)\,dt \\ &\quad + \sum_{i=1} \int_{(2i-1)\frac{\pi}{2m+1}}^{2i\frac{\pi}{2m+1}} \sin(2m+1)t \frac{\varphi(t)}{\sin t} - \frac{\varphi\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)}{\sin\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)}\,dt; \end{aligned}$$

la plus grande valeur de i est $\frac{m}{2}$ ou $\frac{m-1}{2}$ suivant la parité de m, mais, dans les deux cas, ε_m tend vers zéro avec $\frac{1}{m}$. De là résultent les inégalités

$$|D_m| \leqq |\varepsilon_m| + (2m+1)\int_0^{\frac{\pi}{2m+1}} |\varphi(t)|\,dt + \sum \int_{(2i-1)\frac{\pi}{2m+1}}^{2i\frac{\pi}{2m+1}} \left| \frac{\varphi(t)}{\sin t} - \frac{\varphi\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)}{\sin\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)} \right| dt,$$

$$|D_m| \leqq |\varepsilon_m| + (2m+1)\int_0^{\frac{\pi}{2m+1}} |\varphi(t)|\,dt + \int_{\frac{\pi}{2m+1}}^{\frac{\pi}{2}} \left| \frac{\varphi(t)}{\sin t} - \frac{\varphi\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)}{\sin\left(t+\frac{\pi}{2m+1}\right)} \right| dt.$$

Donc, *la série de Fourier de f sera convergente au point x si :*

1° $|\varphi(t)|$ *est, pour $t = 0$, la dérivée de son intégrale indéfinie, et si*

2° $$\int_{\delta}^{\frac{\pi}{2}} \left| \frac{\varphi(t)}{\sin t} - \frac{\varphi(t+\delta)}{\sin(t+\delta)} \right| dt \qquad (\delta > 0)$$

tend vers zéro avec δ.

Cet énoncé est compliqué; de plus, il ramène l'étude de la convergence ou de la divergence d'une expression à une étude analogue pour d'autres expressions; mais, d'une part, on pourrait faire la même objection aux conditions de Lipschitz, du Bois-Reymond, Dini, Jordan, qu'il s'agit de réunir en un énoncé unique et, d'autre part, une partie de la complication disparaît si l'on consent à perdre en généralité.

On peut remarquer, par exemple, que la condition 1° est vérifiée si x est un point de continuité ou un point régulier, c'est-à-dire un point en lequel $f(x+0)$ et $f(x-0)$ existent et vérifient l'égalité

$$f(x+0) + f(x-0) - 2f(x) = 0.$$

Quant à la condition 2°, qu'on peut écrire de bien des manières, elle est vérifiée lorsque les deux intégrales

$$\int_{\delta}^{\pi} \left| \frac{f(x \pm t \pm \delta) - f(x \pm t)}{t} \right| dt \qquad (\delta > 0)$$

tendent vers zéro avec δ.

L'énoncé indiqué contient tous les énoncés mentionnés au début; voici, par exemple, comment on arrive à l'énoncé de Dirichlet.

Ce qui fait la difficulté de l'étude de la condition 2°, c'est le signe $|\;|$; ce signe peut être supprimé quand $\frac{\varphi(t)}{\sin t}$ varie toujours dans le même sens, et l'on vérifie alors facilement que la condition 2° est vérifiée. D'ailleurs, si $\varphi(t)$ varie toujours dans le même sens, on voit de suite, en imitant les raisonnements de M. Jordan, que $\varphi(t)$ peut être considérée comme la différence de deux fonctions $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, telles que $\frac{\varphi_1(t)}{\sin t}$ et $\frac{\varphi_2(t)}{\sin t}$ soient toujours dans le même sens. Cela conduit à l'énoncé de Dirichlet et à celui de M. Jordan.

Le théorème indiqué fournit facilement une généralisation d'un théorème de M. Féjer : *Si l'on applique aux séries de Fourier le procédé de sommation par la moyenne arithmétique qu'emploie M. Féjer, la série représentera*

la fonction en tous les points où la condition 1° *de l'énoncé précédent est remplie*. On déduit facilement de là que : quelle que soit la fonction f convenable (c'est-à-dire ayant une intégrale), elle est représentée par sa série de Fourier, sommée par le procédé de M. Féjer, partout, sauf tout au plus pour les points d'un ensemble de mesure nulle.

Il est peut-être intéressant de remarquer que tout autre procédé de sommation ne peut pas donner plus, en un certain sens, puisque deux fonctions qui ne diffèrent que par les points d'un ensemble de mesure nulle ont la même série de Fourier. D'autre part, on ne peut pas non plus espérer mieux en s'adressant à des expressions analytiques plus compliquées, car j'ai pu construire des fonctions qui, dans tout intervalle, échappent à toute représentation analytique et par conséquent telles que, quelle que soit l'expression analytique que l'on choisisse, cette expression n'égalera pas la fonction aux points d'un ensemble qui est certainement non dénombrable et partout dense.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes minima*. Note de M. E. **Vessiot**, présentée par M. Émile Picard.

1. Considérons la courbe minima (ou de longueur nulle) (C), définie par les équations

$$x+iy = 2F''(\lambda), \qquad x-iy = -2\lambda^2F''(\lambda)+4\lambda F'(\lambda)-4F(\lambda),$$
$$z = 2\lambda F''(\lambda)-2F'(\lambda).$$

On peut lui associer une variable s, que nous appellerons son *pseudo-arc*, et qui sera définie par la condition

$$\left(\frac{d^2x}{ds^2}\right)^2+\left(\frac{d^2y}{ds^2}\right)^2+\left(\frac{d^2z}{ds^2}\right)^2=1,$$

qui se réduit à

$$ds=\sqrt{2F'''(\lambda)}\,d\lambda.$$

Ce pseudo-arc est visiblement un invariant de la courbe (C), par rapport au groupe des mouvements, et va servir à trouver tous les invariants différentiels de (C), relatifs au même groupe (¹). Il suffit d'abord de remarquer

(¹) Ces invariants ont été trouvés par Sophus Lie, comme application de ses théories générales. Voir, par exemple, Lie-Scheffers, *Vorles. über contin. Gruppen*, p. 694.

que $\lambda = \frac{dz}{dx + i\,dy}$ se transforme projectivement, quand on fait subir à (C) un déplacement, pour en conclure qu'on aura l'un des invariants cherchés en prenant le schwarzien

$$\Phi = \frac{d^3\lambda}{ds^3}\frac{ds}{d\lambda} - \frac{3}{2}\left(\frac{d^2\lambda}{ds^2}\frac{ds}{d\lambda}\right)^2 = \frac{1}{16}(F''')^{-3}[5(F^{IV})^2 - 4F'''F^{V}].$$

C'est bien l'invariant fondamental obtenu par Sophus Lie; il se présente ici comme l'analogue de la courbure ou de la torsion d'une courbe quelconque, puisque λ définit la direction de la tangente, et aussi du plan osculateur de (C).

2. A un autre point de vue, on aura des segments invariants associés à chaque point M de (C), en prenant, d'abord le segment MT, dont les projections sur les trois axes de coordonnées sont

$$\text{MT}: \quad a = \frac{dx}{ds}, \qquad b = \frac{dy}{ds}, \qquad c = \frac{dz}{ds};$$

et ses dérivées géométriques, prises par rapport à s. La première est un segment MU, de longueur *un*, orthogonal à MT, et dont les projections sont

$$\text{MU}: \quad \alpha' = \frac{d^2x}{ds^2}, \qquad \beta' = \frac{d^2y}{ds^2}, \qquad \gamma' = \frac{d^2z}{ds^2}.$$

Nous considérons en même temps le segment MV, qui est, comme MT, de longueur nulle et orthogonal à MU, et tel que le produit géométrique MT.MV soit égal à 2. Les projections sont

$$\text{MV}: \quad a'' = \frac{1-\alpha'^2}{a}, \qquad b'' = \frac{1-\beta'^2}{b}, \qquad c'' = \frac{1-\gamma'^2}{c}.$$

Ces trois segments MT, MU, MV définissent, en réalité, un système de forme invariable, dont le mouvement est ainsi associé à (C). Et l'on obtient ainsi des formules, analogues aux formules classiques de Serret-Frenet, à savoir :

$$\frac{da}{ds} = \alpha', \qquad \frac{db}{ds} = \beta', \qquad \frac{dc}{ds} = \gamma',$$

$$\frac{da''}{ds} = J\alpha', \qquad \frac{db''}{ds} = J\beta', \qquad \frac{dc''}{ds} = J\gamma',$$

$$\frac{d\alpha'}{ds} = -\frac{1}{2}(Ja + a''), \qquad \frac{d\beta'}{ds} = -\frac{1}{2}(Jb + b''), \qquad \frac{d\gamma'}{ds} = -\frac{1}{2}(Jc + c'').$$

Elles introduisent l'invariant

$$J = \left(\frac{d^3x}{ds^3}\right)^2 + \left(\frac{d^3y}{ds^3}\right)^2 + \left(\frac{d^3z}{ds^3}\right)^2,$$

qui n'est autre que 2Φ; et redonnent tous les résultats de Lie sur les invariants cherchés et la congruence des courbes minima.

La rotation instantanée, dans le mouvement considéré, a pour projection sur les trois axes de coordonnées

$$p = \frac{i}{2}(Ja - a''), \qquad q = \frac{i}{2}(Jb - b''), \qquad r = \frac{i}{2}(Jc - c'').$$

Sa grandeur est $\sqrt{J}$. L'axe hélicoïdal instantané coïncide avec l'axe du cylindre de révolution osculateur à la courbe (C), déjà considéré par Scheffers; il rencontre à angle droit le segment MU en un point ω tel que $M\omega = \frac{1}{J}$.

3. Les résultats précédents peuvent être utilisés, comme nous le montrerons dans un travail plus étendu, pour la théorie générale des courbes et des surfaces. Tous les éléments fondamentaux relatifs à une courbe gauche dérivent de ceux qui se rapportent à ses deux développées minima; tous les éléments fondamentaux d'une surface dérivent de ceux qui se rapportent à ses courbes minima.

Pour ne citer qu'un exemple, la courbure moyenne d'une surface est donnée par la formule

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = J + P^2 - 2\frac{dP}{ds},$$

où s est le pseudo-arc d'une courbe minima (C) de la surface, J son invariant fondamental, et $2P$ la projection du segment MV, défini plus haut, sur la normale à la surface.

4. On peut également rattacher la théorie générale des courbes, et celle des lignes de courbure d'une surface, à l'étude des surfaces réglées à génératrices isotropes. C'est ainsi que l'on est conduit, par exemple, aux formules bien simples

$$x + iy = -P(t) + tP'(t), \qquad x - iy = Q(t) + tQ'(t),$$
$$z = -\frac{P'(t) + t^2Q'(t)}{2}, \qquad s = \frac{P'(t) + t^2Q'(t)}{2},$$

pour exprimer, en fonction explicite d'une même variable, l'arc s et les

coordonnées x, y, z d'un point courant d'une courbe gauche quelconque (¹).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1^{atm} et la détermination de leurs poids moléculaires.* Note de MM. **Adrien Jaquerod** et **Otto Scheuer**, présentée par M. G. Lemoine.

La détermination de la compressibilité des gaz aux pressions inférieures à l'atmosphère a pris une grande importance comme moyen d'obtenir leurs poids moléculaires exacts par la méthode des *densités limites* L_0 (²). La densité limite se déduit très simplement du poids du litre normal du gaz (à 0° et sous 760^{mm}), L, et de l'écart a qu'il présente par rapport à la loi de Mariotte entre 0 et 1^{atm}. On a, en effet,

$$L_0 = L(1 - a),$$

en adoptant la notation de M. D. Berthelot qui définit a par

$$1 - \frac{p_1 v_1}{p_0 v_0} = a(p_1 - p_0),$$

où $p_1 = 1^{atm}$ et $p_0 = 0$.

Des déterminations exactes de la compressibilité des gaz aux faibles pressions ont été faites par M. Leduc, M. Chappuis et Lord Rayleigh (³).

A part les déterminations de M. Chappuis qui ne se rapportent qu'à trois gaz, il n'existe pas de mesures directes de la compressibilité des gaz à 0° et au-dessous d'une atmosphère, et il faut recourir à des corrections toujours un peu incertaines, pour ramener les coefficients à 0°.

Pour combler cette lacune, nous avons mesuré la compressibilité de différents gaz à 0°, entre 400^{mm} et 800^{mm} de mercure environ, et pour les

(¹) On sait que ce problème a été résolu par J.-A. Serret et M. Darboux. Les formules précédentes sont, malheureusement, compliquées d'imaginaires.

(²) Daniel Berthelot, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 954, et Lord Rayleigh, *Roy. Soc. Proc.*, t. L, 1892, p. 448.

(³) M. Leduc : entre 1^{atm} et 2^{atm}, vers 15° (*Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XV, 1898). — M. Chappuis : entre diverses pressions à 0°, seulement pour H^2, N^2 et CO^2 (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 1903). — Lord Rayleigh : vers 10°, trois séries, à de très basses pressions, entre 75^{mm} et 150^{mm}, et entre 12^{atm} et 1^{atm} (*Phil. Trans. Royal Soc., London*, A, 196, 1901, 108, 1902 et 380, 1905).

gaz très compressibles également entre 200^{mm} et 400^{mm}. Les résultats de la première partie de ces recherches font l'objet de la présente Note.

L'appareil dont nous nous sommes servis se compose essentiellement de deux ampoules cylindriques en verre épais, d'une capacité totale de 420^{cm^3} environ, réunies entre elles par un tube capillaire, et reliées, également par l'intermédiaire d'un tube capillaire, à un manomètre à mercure soigneusement construit, de 14^{mm} de diamètre intérieur. La branche courte de ce manomètre porte un repère formé d'une pointe de verre opaque, et constitue un *espace nuisible* analogue à celui d'un thermomètre à gaz (capacité : $1^{cm^3},3$ environ).

Les deux ampoules de verre qui contiennent la masse principale du gaz en expérience peuvent être entourées de glace pilée et arrosée d'eau pure. Elles sont en communication avec un réservoir à mercure, de sorte que l'on peut à volonté refouler le gaz dans l'ampoule supérieure, ou lui laisser occuper le volume total. Des traits, tracés sur les capillaires de jonction (diamètre intérieur : 1^{mm}) permettent un repérage très exact des volumes (soigneusement calibrés au mercure à 0°, ainsi que l'*espace nuisible*). Des thermomètres, lus au centième de degré, permettent toutes les corrections nécessaires. On a tenu compte du changement de volume du verre par la variation de la pression intérieure.

La pression était mesurée avec une échelle millimétrique sur verre; un micromètre donnait le $\frac{1}{200}$ de millimètre.

L'appareil étant entouré de glace et le gaz occupant les deux réservoirs, on amène le mercure du manomètre en coïncidence avec la pointe de l'*espace nuisible*, et on relève la pression (400^{mm} environ) ainsi que les indications des différents thermomètres. Puis on comprime le gaz dans le réservoir supérieur et l'on répète l'opération, la pression étant voisine de 800^{mm}. On possède alors tous les éléments pour le calcul des produits pv et de la constante a.

Résultats. — Dans la troisième colonne du Tableau ci-après figurent les écarts A de la loi de Mariotte *par centimètre*, qui montrent la variation de la compressibilité avec la pression pour les gaz facilement liquéfiables (NH^3, SO^2). La valeur de a a été calculée en utilisant seulement les expériences plus précises entre 400^{mm} et 800^{mm}. Pour calculer a exactement entre 0^{mm} et 760^{mm} il serait d'ailleurs nécessaire de connaître les rapports $\frac{p_1 v_1}{p_0 v_0}$ jusqu'à de très faibles pressions.

L indique les poids des litres normaux des différents gaz employés, d'après les meilleures déterminations; M indique les poids moléculaires calculés par la formule

$$M = \frac{L(1-a) \times 32}{L'(1-a')}$$

où L' et a' se rapportent à l'oxygène.

Gaz.	Intervalles de pression en millimètres.	A par centimètre.	a.	L.	M.
H^2	400-800	0,0000068	−0,00052	0,089873	2,0156
O^2	400-800	0,0000127	+0,00097	1,42900	32,00 (base)
NO	400-800	0,0000154	+0,00117	1,3402	30,005
NH^3	400-800	0,0002008	+0,01527	0,7708 (1)	17,014
»	200-400	0,0001997	»	»	»
SO^2	400-800	0,0003141	+0,02386	2,92664	64,036
»	200-400	0,0003106	»	»	»

Nous avons encore expérimenté sur l'*hélium* et trouvé pour *a* la valeur — 0,00048; mais, par suite d'une impureté reconnue après coup dans ce gaz, une petite correction est nécessaire et amènerait *a* dans le voisinage de — 0,00060. On peut donc seulement conclure que l'hélium, comme l'hydrogène, est à 0° *moins* compressible que ne le voudrait la loi de Mariotte, l'écart étant même un peu supérieur à celui de l'hydrogène. Le calcul du poids moléculaire exact est d'ailleurs impossible par suite du manque de données sur la densité précise de l'hélium.

La valeur de *a* obtenue pour l'hydrogène est presque identique à celle donnée par lord Rayleigh (— 0,00053); celle de l'oxygène est un peu plus élevée (0,00094).

Les *poids moléculaires* calculés coïncident pratiquement avec les résultats des meilleures méthodes analytiques, dans le cas des gaz éloignés de leur point d'ébullition, à condition d'admettre pour le poids atomique de l'azote un nombre voisin de 14,01, qui résulte d'un ensemble de travaux récents.

Pour les gaz facilement liquéfiables, les poids moléculaires calculés sont trop faibles, ce qui résulte probablement du fait que l'écart de compressibilité varie d'une façon appréciable avec la pression, ce qui ressort d'ailleurs nettement de nos déterminations.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Poids atomique de l'azote déduit du rapport des densités de l'azote et de l'oxygène.* Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. G. Lemoine.

La méthode des densités-limites ainsi que celle des réductions des éléments critiques à 0° C. (2) s'appuient l'une et l'autre sur une extrapola-

(1) Détermination jusqu'ici inédite de MM. Guye et Pintza.

(2) Ph.-A. Guye, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1241.

tion. On peut en contrôler les résultats par une méthode basée sur l'interpolation, comme il suit :

On démontre dans la théorie des états correspondants (van der Waals) qu'entre les densités de deux gaz, d_1 et d_2, déterminées dans des conditions correspondantes de température (T_1 et T_2) et de pression (p_1 et p_2), on a la relation

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2}\frac{p_{c_1}}{p_{c_2}}\frac{T_{c_2}}{T_{c_1}},$$

M_1 et M_2 étant les poids moléculaires, T_{c_1}, p_{c_1} et T_{c_2}, p_{c_2} les constantes critiques des deux corps. En raison des conditions de correspondance, cette relation peut s'écrire :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{M_1}{M_2}\frac{p_1}{p_2}\frac{T_2}{T_1}$$

ou bien

$$\frac{d_1 T_1}{p_1} : \frac{d_2 T_2}{p_2} = \frac{M_1}{M_2}.$$

A un facteur constant près, $\frac{d_1 T_1}{p_1}$ et $\frac{d_2 T_2}{p_2}$ représentent les densités gazeuses, déterminées à T_1, p_1 et à T_2, p_2, puis ramenées à 0° C. et à 1^{atm} par les formules des gaz parfaits (lois de Mariotte et de Gay-Lussac). Donc :

Les densités des gaz, déterminées dans des conditions de température et de pression correspondantes, ramenées à 0° C. *et à* 1^{atm} *par les formules des gaz parfaits, sont rigoureusement proportionnelles aux poids moléculaires de ces gaz.*

On retrouve ainsi, théoriquement, la relation que M. Leduc a déduite de ses recherches expérimentales sur les gaz. Les poids atomiques admis par cet auteur, et qui vérifient le théorème ci-dessus :

H = 1,0076, C = 12,004, N = 14,005, Cl = 35,470, S = 32,056

sont d'ailleurs en parfait accord avec ceux obtenus précédemment par la méthode de réduction des éléments critiques à 0° C.

Il est cependant intéressant de vérifier ce théorème dans les conditions du maximum de précision : 1° lorsque les températures et pressions correspondantes des deux gaz comparés sont choisies pour réduire les interpolations au minimum; 2° lorsqu'on prend comme températures correspondantes de comparaison celles auxquelles les deux gaz satisfont presque exactement aux lois de Mariotte et d'Avogadro-Ampère; d'après M. D. Berthelot, cette température est égale à $2,45\ T_c$. — Voici les résultats obtenus dans ces conditions, pour le rapport des densités de l'azote à l'oxygène.

Densités correspondantes des gaz O^2 *et* N^2 *à* $\frac{100^\circ}{760^{mm}}$ *et* $\frac{37^\circ}{505^{mm}}$. — Les constantes critiques sont $T_c = 154,2$, $p_c = 50^{atm},8$ pour O^2, et $T_c = 128$, $p_c = 33^{atm},6$ pour N^2; considérant l'oxygène à 100°C. et sous 760^{mm}, les conditions correspondantes pour l'azote seront 37°C. et 503^{mm}. Soient dès lors : *pour l'oxygène :* L' poids du litre normal, β coefficient de dilatation à volume constant, entre 0° et 100°, sous la pression initiale de 557^{mm} à 0°, pression qui correspond à 760^{mm} à 100°; A coefficient moyen d'écart de la loi de Mariotte à 0° pour une différence de pression de 1^{mm}; *pour l'azote :* L' poids du litre normal, α coefficient de dilatation à pression constante sous la pression de 503^{mm}, A' coefficient d'écart à la loi de Mariotte à 0°, pour 1^{mm}. Le rapport des densités de l'azote à l'oxygène (O = 16), tel qu'on l'obtiendrait en opérant dans les conditions correspondantes précitées et ramenant par le calcul à 0° et 1^{atm}, est exprimé par

$$R = 16 \frac{L'}{L} \frac{1 + A(760 - 557) + 100(\beta - \gamma)}{1 + A'(760 - 503) + 100(\alpha - \gamma)}.$$

Passant aux valeurs numériques tirées des expériences de Lord Rayleigh, de M. Leduc, de M. Chappuis et de MM. Makower et Noble, on a

Azote.	Oxygène.
$A' = 0,000\,000\,566$ (Ch.)	$A = 0,000\,00121$ (R.)
$\alpha = 0,003\,66912$ (Ch.)	$\beta = 0,00367231$ (M. et N.)

Coefficient des gaz parfaits $\gamma = 0,00366195$ (D. Berthelot).

$$16 \frac{L'}{L} = 14,003 \text{ (R.) ou } 14,001 \text{ (L.), soit en moyenne } 14,002$$
$$R = 14,002 \times 1,00087 = 14,014.$$

Avec les valeurs A' et A des expériences de M. Leduc, le facteur de correction deviendrait 1,00083; la différence est négligeable.

Densités aux températures d'Avogadro-Ampère. — Ces températures ($2,45\,T_c$) sont, pour l'azote, 40° C. et, pour l'oxygène, 105° C.

On peut alors considérer les deux gaz sous la même pression (1^{atm}); il suffit de connaître les coefficients de dilatation, sous 1^{atm}, entre 0° et 105°, pour O^2 (soit α) et entre 0° et 40° pour N^2 (soit α'). Le rapport corrigé des densités se réduit à

$$R = 16 \frac{L'}{L} \frac{1 + 105(\alpha - \gamma)}{1 + 43(\alpha' - \gamma)}.$$

Vu la petitesse des corrections, on peut prendre, pour α et α', les valeurs données par M. Leduc entre 0° et 100° sous 1^{atm}, soit $\alpha = 0,003671$ et $\alpha' = 0,003668$. On a alors, tous calculs faits, une valeur qui contrôle la précédente :

$$R = 14,002 \times 1,00061 = 14,011.$$

Comparaison des diverses méthodes physicochimiques (pour le rapport de

l'azote à l'oxygène), en mettant en évidence le facteur de correction rapporté au même rapport $\left(\frac{16L'}{L} = 14,002\right)$:

Méthodes.	Facteurs de correction.	Poids atomique N.
1. Densités correspondantes, cas général (G).....	1,000 85	14,014
2. Densités corr., température Avogadro (G).....	1,000 61	14,011
3. Densités corr., volumes moléculaires (Leduc)....	1,000 40	14,008
4. Densités à 1067° (Jaquerod et Perrot) ([1])......	1,000 41	14,008
5. Densités limites à 0° (D. Berthelot, Rayleigh)..	1,000 38	14,007
6. Réduction à 0° des éléments critiques (G)......	1,000 44	14,008
Moyenne.......	1,000 52 × 14,002 =	14,009

Aux erreurs d'expérience près, les valeurs du facteur de correction, obtenues par interpolation (méthodes 1, 2, 3, 4) concordent avec celles déduites par extrapolation (méthodes 5, 6). La valeur moyenne N = 14,009 peut donc être regardée comme la valeur la plus probable du poids atomique de l'azote, tel que le donne le rapport corrigé des densités des gaz azote et oxygène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la fusibilité des mélanges que le sulfure d'antimoine forme avec le sulfure cuivreux et le sulfure mercurique.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. H. Moissan.

Le sulfure cuivreux Cu^2S et le sulfure mercurique HgS se dissolvent dans le sulfure d'antimoine fondu et maintenu à une température suffisamment élevée. Nous nous sommes proposé d'étudier la solidification des liquides ainsi obtenus.

Dans le cas du sulfure cuivreux, si la proportion de ce corps dans le mélange ne dépasse pas un quart de molécule pour 1^{mol} de sulfure d'antimoine, la température de la solidification commençante baisse régulièrement à mesure que le mélange s'enrichit en sulfure de cuivre. Si l'on construit la ligne de fusibilité en portant en ordonnées les valeurs de la température de solidification, en abscisses les valeurs correspondantes du rapport R de la masse de sulfure cuivreux à la masse totale du mélange, on a une première portion presque droite allant du point de fusion du sulfure d'antimoine [555°] pour R = 0 au point dont les coordonnées sont R = 0,110, T = 498°.

Si R continue à croître, la température de solidification s'élève régulièrement et les points de la ligne de fusibilité sont situés sur une seconde partie droite inclinée sur

(1) Valeur jusqu'ici inédite.

l'axe des abscisses en sens inverse de la précédente. Il existe donc un mélange eutectique dont la composition est déterminée par la valeur 0,110 du rapport R. Cette composition est voisine de celle du mélange $Sb^2S^3 + \frac{1}{4}Cu^2S$.

Les mélanges qui contiennent plus de 2^{mol} de sulfure cuivreux pour 1^{mol} de sulfure d'antimoine donnent deux points de solidification très nets : la température de la solidification commençante, d'autant plus élevée que la proportion de sulfure cuivreux est plus forte, et la température de la solidification finissante qui reste voisine de 570° si l'on ne fait pas croître la proportion de sulfure cuivreux au delà de 10^{mol}. La température de 570°, la seule que l'on trouve pour le mélange $Sb^2S^3 + \frac{5}{2}Cu^2S$, ne correspond à aucune particularité de la ligne de fusibilité.

La température de la solidification commençante ne peut être déterminée avec exactitude que si l'on a soin d'éviter le phénomène de la surfusion qui se produit ici très facilement. On observe même que le liquide qui devrait se solidifier le premier reste en surfusion pendant que l'autre prend l'état solide, la surfusion cesse d'elle-même, soit après la solidification totale de ce dernier, soit pendant cette solidification. Ainsi, après avoir amené à 680° le mélange $Sb^2S^3 + 3Cu^2S$, nous l'avons laissé refroidir; la température, qui baissait d'abord régulièrement de un demi-degré par seconde, est demeurée ensuite stationnaire et égale à 570° pendant 5 minutes; elle a baissé de quelques degrés, puis s'est relevée rapidement jusqu'à 578° pour diminuer enfin constamment.

En empêchant la surfusion, nous avons observé deux arrêts dans la diminution de la température, l'un à 607°, l'autre à la température de 570° trouvée précédemment. Nous avons observé des phénomènes analogues avec le mélange $Sb^2S^3 + 5Cu^2S$; la température, après être restée stationnaire pendant 2 minutes (encore à 570°), s'est relevée en 5 secondes jusqu'à 600°. Ici la surfusion du liquide, qui, en réalité, doit se solidifier à 625° (nombre trouvé en évitant la surfusion), a cessé pendant la solidification de l'autre liquide.

En remplaçant dans les expériences précédentes le chlorure cuivreux par le sulfure mercurique, nous avons pu construire une portion de la ligne de fusibilité des mélanges obtenus. Cette ligne comprend encore deux parties droites inclinées en sens inverse et dessinant un V. Il existe donc aussi un mélange eutectique qui fond à une température voisine de 455° et dans lequel le rapport R de la masse de sulfure mercurique à la masse totale du mélange a la valeur 0,34. La température de solidification des mélanges plus riches en sulfure mercurique se détermine plus difficilement; cela tient à ce que, aux températures auxquelles on doit amener les mélanges pour les fondre, le sulfure mercurique se volatilise et va se condenser dans les parties les plus froides de l'appareil, entraînant avec lui un peu de sulfure d'antimoine. Il faut, dans ce cas, s'arranger de manière que

la partie vaporisée soit négligeable devant la masse totale du mélange ou mieux déterminer par l'analyse la composition du mélange qui reste dans l'appareil après qu'on a mesuré la température de solidification. Les expériences sont limitées au mélanges qui renferment moins de 3^{mol} de sulfure mercurique contre 1^{mol} de sulfure d'antimoine, les autres ne fondent sous la pression atmosphérique qu'après avoir perdu à l'état de vapeur suffisamment de sulfure mercurique pour que leur composition soit ramenée dans les limites précédentes. On pourrait les étudier, mais à la condition d'opérer en tube scellé.

La température de solidification la plus élevée que nous avons trouvée sous la pression atmosphérique est 590°; elle correspond au mélange pour lequel le rapport R a la valeur 0,68. Remarquons que, pendant la sublimation du sulfure mercurique pur, la température reste constante et voisine de 590°.

Les résultats des expériences précédentes permettent de calculer la constante cryoscopique du sulfure d'antimoine et de vérifier qu'elle est bien égale au nombre trouvé par MM. Guinchant et Chrétien (1) au moyen des solutions de sulfure d'argent et de sulfure de plomb dans le sulfure d'antimoine.

Nous avons en effet trouvé les nombres suivants en désignant par P le poids du corps dissous dans 100^g de sulfure d'antimoine, par C l'abaissement du point de solidification :

	Sulfure cuivreux.		M = 158.	
P.......	3,05	4,74	7,12	11,15
C.......	15°	23°	34°	52°
$\frac{C}{P}$.......	4,906	4,85	4,77	4,66

Par suite, on a pour l'abaissement à l'origine $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 5,04$, d'où, pour la constante cryoscopique, $K = 5,04 \times 158 = 797$.

	Sulfure mercurique.		M = 232.	
P........	4,82	10,34	19,60	30,22
C........	15°	30°	50°	68°
$\frac{C}{P}$........	3,11	2,9	2,55	2,25

(1) GUINCHANT et CHRÉTIEN, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1269.

on a alors $\left(\frac{C}{P}\right)_0 = 3,4$ d'où $K = 3,4 \times 232 = 788$. Les deux valeurs de K sont voisines de 790, nombre trouvé par MM. Guinchant et Chrétien.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre entre l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine*. Note de M. **Philippe Landrieu.**

La réaction des acétones et aldéhydes sur les sels d'hydroxylamine donne lieu à un phénomène d'équilibre chimique. Nous avons déterminé les limites de cette réaction pour l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine, et les variations de cette limite avec la dilution.

Les auteurs qui ont étudié cette question ont jusqu'ici évalué les limites par titrage de l'acide mis en liberté; mais, la vitesse des réactions étant relativement grande, les limites se déplacent pendant les opérations d'une façon très notable. En particulier les chiffres donnés par Pratri et Francesconi [1] ne sauraient être acceptés sans réserves.

Nous avons eu recours à un procédé tout à fait différent basé sur la thermochimie et qui est à l'abri des critiques que nous venons de formuler. Nous amenons les corps dissous de l'état d'équilibre où ils se trouvent à un état final connu, et nous mesurons au calorimètre la chaleur dégagée dans cette transformation. Connaissant d'autre part la chaleur dégagée lorsqu'on amène au même étal final chacun des deux systèmes qui par leur opposition forment l'équilibre, on peut calculer les proportions relatives de ceux-ci.

Soit la réaction : acétone diss. + AzH^4OCl diss. = oxime HCl diss. + H^2O.

Si nous partons de 1^{mol} en solution et si x représente la proportion d'oxime formée, nous avons en solution dans l'état d'équilibre

$$(1-x)\,(\text{acétone} + AzH^4OCl) \quad \text{et} \quad x \text{ oxime HCl}.$$

Un excès de soude amène le tout à l'état final NaCl + oxime + NaOH.

Soit Q la quantité de chaleur dégagée dans cette transformation.

On a déterminé d'autre part les quantités de chaleur :

Q_1, qui correspond à la réaction

$$\text{Acétone} + AzH^4OCl + NaOH \text{ en excès} = NaCl + \text{oxime} + NaOH,$$

et Q_2, qui correspond à la réaction

$$\text{Oxime HCl} + NaOH \text{ en excès} = NaCl + \text{oxime} + NaOH.$$

(1) *Gazetta chimica ital.*, t. XXIV, 1894, p. 310, et 1902, p. 425.

On a donc

$$(1-x)Q_1 + xQ_2 = Q,$$
$$x = \frac{Q_1 - Q}{Q_1 - Q_2}.$$

L'étude des limites a été faite pour les dilutions suivantes :

mol	1
1	4
1	6
1	8
1	12
1	24

Les quantités Q_1 et Q_2 variant avec la dilution, nous avons fait une série de déterminations pour des dilutions voisines de celles existant dans la solution en équilibre.

1^{mol}. $\frac{1}{}$	Q_1. (AzH^4OCl + acétone) + NaOH en excès.	Q_2. Oxime HCl + NaOH en excès.	Q.	x.
4	»	18,21	19,04	0,84
6	»	20,77	21,66	0,80
8	23,13	21,15	22,25	0,75
12	25,19	22,20	23,30	0,72
24	26,06	24,52	25,99	0,63
48	28,52	»	»	»

Les nombres trouvés pour x vérifient assez bien la loi générale d'action de masse exprimée par la formule

$$\sum n \log C = \text{const.}$$

Dans le cas qui nous occupe, en rapportant les différentes dilutions à un même volume et en appelant N le nombre de molécules dissoutes de ce volume, l'équation devient

$$\frac{x}{(1-x)^2 N} = \text{const.}$$

Voici les valeurs de K calculées pour les différentes dilutions :

1^{mol}. $\frac{1}{}$	Valeurs de K.
4	54
6	49
8	41
12	46
24	46

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse* (II). Note de Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

1° L'étude de l'hémolyse des globules rouges de poule, de chien et de cheval par les sérums de ces animaux montre que la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse varie avec la nature des globules et du sérum. Ainsi l'hémolyse des globules de poule par le sérum de chien est très lente dans les cinq à dix premières minutes, puis elle s'accélère et se produit suivant la loi logarithmique (voir *Comptes rendus*, 9 janvier 1905). Pour l'hémolyse des hématies de cheval par le sérum de chien, la première phase de *mise en train* est beaucoup plus courte et l'hémolyse se produit ensuite suivant une loi plus rapide que la logarithmique, de sorte que, au bout de 30 minutes, la réaction est presque terminée. Avec certaines substances, par exemple la saponine, la fin de l'hémolyse est atteinte au bout d'un temps encore plus court, une dizaine de minutes seulement.

L'étude de ces différences montre qu'il existe une relation étroite entre la vitesse d'absorption de l'hémolysine par les globules et la loi suivant laquelle se produit l'hémolyse.

Plus la vitesse d'absorption de l'hémolysine est grande, plus la durée de mise en train sera courte et plus la vitesse d'hémolyse sera rapide.

Nous avons en effet déterminé (¹) la vitesse d'absorption des hémolysines par différents globules en employant deux méthodes distinctes qui sont la méthode de centrifugation et la méthode d'addition fractionnée des globules; on trouve, par exemple, que l'hémolysine du sérum de chien est absorbée par les hématies de poule en cinq à dix minutes (à 31°); les globules de cheval absorbent l'hémolysine du sérum de chien en moins de cinq minutes; enfin M. Zangger, en opérant dans les mêmes conditions, trouve que la saponine est absorbée par les hématies du chien en moins de deux minutes.

2° *Toute action qui modifie la vitesse et la proportion d'absorption d'une hémolysine par des globules déterminés produit une modification dans la vitesse d'hémolyse de ces globules.*

Ainsi, soit un liquide A qui, additionné à une émulsion de globules G, produit une hémolyse déterminée; si nous ajoutons à l'émulsion G un corps B capable de former avec A un complexe, l'hémolyse sera diminuée; si le corps B, au lieu de se trouver

(¹) P. Cernovodeanu et V. Henri, *Société de Biologie*, 10 mars 1905.

dans le liquide interglobulaire de l'émulsion G, est d'abord fixé sur les globules (ce que l'on obtient soit en laissant le contact un certain temps, soit en centrifugeant le mélange de G + B et en émulsionnant les globules ainsi imbibés avec B dans NaCl à 8 pour 1000), le complexe G + B ainsi obtenu fixera plus énergiquement que G seul le corps A; l'hémolyse obtenue sera plus intense. De même, on comprend que le résultat sera différent suivant que l'on ajoutera à l'émulsion G, d'abord B et puis A, ou bien A avant B.

Nous pouvons citer comme exemples : 1° l'hémolyse des globules quelconques par l'hydrate de fer colloïdal et l'action empêchante exercée par un sérum quelconque; 2° l'hémolyse des globules de poule par le sérum de chien et l'action de l'hydrate de fer colloïdal; 3° l'hémolyse des globules de poule par le sérum de chien et l'action empêchante ou activante exercée par le sérum de cheval [1].

Voici quelques exemples numériques : les nombres indiquent les proportions de globules hémolysés après 10 minutes :

	pour 100
40^{cm^3} émuls. de globules de chien + 1^{cm^3} hydr. de fer colloïdal	8,0
40^{cm^3} » » » + 1^{cm^3} sérum de chien + 1^{cm^3} hydr. de fer	2,8
40^{cm^3} » » » + 1^{cm^3} hydr. de fer + 1^{cm^3} sérum de chien	4,7
40^{cm^3} » » » + 1^{cm^3} hydr. de fer + 10^{min} après, 1^{cm^3} sér. de ch.	5,3

Des résultats analogues s'obtiennent en faisant agir sur des globules de poule le sérum de chien et celui de cheval. Ainsi on trouve que le sérum de cheval ajouté à une émulsion d'hématies de poule diminue l'action hémolytique du sérum de chien; cette diminution est plus intense, lorsque le sérum de cheval est ajouté le premier; elle est plus faible si on l'ajoute après le sérum de chien. Les hématies de poule ne sont pas hémolysées par le sérum de cheval; mais, si l'on centrifuge un mélange de globules de poule et de sérum de cheval, et qu'ensuite on émulsionne ces globules dans NaCl à 8 pour 1000, on trouve qu'ils s'hémolysent bien plus fortement par le sérum de chien que des globules non chargés avec le sérum de cheval.

Enfin un résultat important pour l'analyse de l'hémolyse est que le sérum de cheval chauffé à 56° empêche moins l'action du sérum de chien que ne le fait le sérum normal. Voici un exemple :

	pour 100		
30^{cm^3} émuls. glob. poule + 0^{cm^3},3 sér. chien	43,5	hémolysés en	40^{min}
30^{cm^3} » » » + 1^{cm^3},5 sér. cheval + 0^{cm^3},3 sér. chien	6,1	»	»
30^{cm^3} » » » + 1^{cm^3},5 sér. chev. 56° + 0^{cm^3},3 sér. chien	16,9	»	»

3° *Lorsqu'un sérum est capable d'hémolyser plusieurs espèces de globules, en faisant agir ce sérum sur un mélange de ces différents globules on obtient une hémolyse inférieure à la somme des hémolyses partielles correspondant à chaque espèce de globules.*

Ce résultat est intéressant pour la discussion du problème de la pluralité des hémolysines contenues dans un même sérum.

---

(1) P. Cernovodeanu et V. Henri, *Société de Biologie*, 20 mai 1905.

Voici un exemple numérique; les nombres indiquent les quantités d'hémoglobine mises en liberté.

20^{cm^3} ém. gl. poule + 20^{cm^3} NaCl à 8 pour 1000 + 0^{cm^3},7 sér. de chien	46 après 21 minutes
20^{cm^3} ém. gl. cheval + 20^{cm^3} NaCl à 8 pour 1000 + 0^{cm^3},7 sér. de chien	22 »
20^{cm^3} ém. gl. poule + 20^{cm^3} ém. gl. cheval + 0^{cm^3},7 sér. de chien	49 »

4° *L'action produite par le mélange de deux sérums hémolytiques, pour des globules d'une certaine espèce, est plus forte que la somme des deux actions partielles correspondant à chacun des deux sérums.*

Par exemple, l'hémolyse des globules de cheval par un mélange des sérums de chien et de poule est plus forte que la somme des deux actions partielles.

20^{cm^3} ém. gl. cheval + 0^{cm^3},5 sér. chien.	11,8 pour 100 hémolysés en 30 minutes
20^{cm^3} » + 1^{cm^3},0 sér. poule.	11,1 »
20^{cm^3} » + 0^{cm^3},5 sér. chien + 1^{cm^3} sér. poule	57,1 »

Tous ces résultats peuvent être rattachés à des propriétés générales des colloïdes, surtout à l'action réciproque des colloïdes les uns sur les autres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des métaux ammoniums sur les alcools polyatomiques.* Note de M. E. CHABLAY, présentée par M. A. Haller.

Le procédé de préparation des alcoolates au moyen des ammoniums métalliques devient plus intéressant avec les alcools polyatomiques : glycol, glycérine, érythrite, mannite. On sait, en effet, que cette préparation devient de plus en plus difficile à mesure que l'on avance dans la série et qu'elle exige des moyens détournés. A partir de la glycérine, on ne peut plus faire réagir directement le métal alcalin ; avec ce dernier alcool, l'attaque est très lente à froid, et, si l'on chauffe, la matière noircit et il se produit une explosion. On est alors obligé de faire réagir les métaux alcalins en présence d'alcool éthylique ou les éthylates correspondants dissous dans l'alcool ; on obtient ainsi des alcoolates cristallisant avec un certain nombre de molécules d'alcool éthylique. L'emploi des métaux ammoniums

permet de généraliser le procédé de préparation des alcoolates; on évite en outre les inconvénients que je viens de signaler, les réactions sont instantanées et se font à froid et les alcoolates ainsi obtenus sont très purs et exempts d'alcool.

Je n'ai obtenu, par ce procédé, que des dérivés monosubstitués. Avec les alcools polyatomiques, la mesure de la quantité d'hydrogène dégagé prend une importance capitale, car elle permet de voir à quel degré la substitution s'est faite. Je vais donner le procédé général de préparation en prenant comme exemple la mannite.

Préparation de la mannite monosodée. — La mannite est déjà très soluble dans le gaz ammoniac liquéfié vers — 40°; à la température ordinaire et sous pression on en dissout encore davantage. Si dans un tube préalablement taré on dissout une quantité connue de mannite dans l'ammoniac liquide et qu'on laisse partir l'ammoniac en excès en maintenant l'appareil dans la glace, on constate par une nouvelle pesée qu'il s'est formé la combinaison

$$CH^2 - OH - (CH - OH)^4 - CH^2 - OH + AzH^3.$$

Ce corps est cristallisé, stable à 0° sous la pression atmosphérique, mais facilement dissociable en mannite et ammoniac; à 0° la tension de dissociation est égale à 520^{mm} et elle devient égale à la pression atmosphérique à 14°.

Pour préparer le dérivé sodé, il y a intérêt à opérer d'une façon inverse de celle précédemment indiquée, qui consiste à verser le métal ammonium jusqu'à coloration persistante. On emploie un excès de mannite que l'on verse dans la solution de sodammonium; celle-ci est décolorée en quelques instants et l'on a alors dans l'une des branches de l'appareil un mélange de mannite monosodée et de mannite ammoniacale. Comme celle-ci est seule soluble dans l'ammoniac liquide, on peut l'enlever par une série de lavages en y condensant de l'ammoniac et décantant chaque fois dans l'autre branche; on a ainsi d'un côté le dérivé alcalin très pur et de l'autre la mannite en excès. Une fois les lavages terminés, on laisse partir l'ammoniac en excès; le dérivé sodé ainsi obtenu retient un peu d'ammoniac dont il est facile de se débarrasser en faisant le vide dans l'appareil.

Quand on veut avoir un produit bien pur, il vaut mieux employer le potassammonium; on sait en effet que les métaux ammoniums se décomposent lentement en amidure et hydrogène suivant la réaction

$$2\,AzH^3K = 2\,AzH^2K + H^2,$$

de sorte qu'il y a toujours un peu d'amidure mélangé au produit; l'amidure de potassium étant très soluble dans l'ammoniac liquide, on l'enlève par les lavages en même temps que la mannite en excès; au contraire l'amidure de sodium étant peu soluble ne peut être enlevé de cette façon.

Voici les résultats obtenus avec la mannite :

I. Dégagement d'hydrogène.		II. Dosage du potassium.	
Mannite........	$3^{millimol},813$	Mannite potassée	$0^{millimol},369$
H^2 théorique.....	$3^{milliat},813$ ou $42^{cm^3},5$	Potassium théorique	$0^{milliat},369$
H^2 trouvé	$43^{cm^3},4$	Potassium trouvé	$0^{milliat},366$

Erythrite. — L'érythrite est également très soluble dans l'ammoniac liquide; en opérant comme avec la mannite, j'ai constaté que 1^{mol} d'érythrite fixe 4^{mol} d'ammoniac :

$$CH^2-OH-(CH-OH)^2-CH^2-OH+4AzH^3,$$

corps très bien cristallisé et facilement dissociable.

L'analyse du dérivé potassé m'a conduit aux mêmes résultats que pour la mannite.

Glycol et glycérine. — Pour ces deux alcools, je me suis contenté de mesurer le dégagement d'hydrogène; il correspond à la formation du glycol et de la glycérine monosodés.

J'ai préparé également les dérivés sodés du menthol et du bornéol; ces deux alcools sont très solubles dans l'ammoniac liquide. En raison de leur fonction alcool secondaire, ils agissent moins énergiquement que la mannite et l'érythrite.

Avec les alcools de la série grasse dérivant des hydrocarbures non saturés, j'ai obtenu des résultats différents; je les ferai connaître très prochainement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides benzhydroxamique et dibenzhydroxamique.* Note de M. R. MARQUIS, présentée par M. H. Moissan.

L'acide dibenzhydroxamique $C^6H^5.C\langle{}^{OH}_{NOCOC^6H^5}$ peut s'obtenir, soit en traitant l'hydroxylamine par 2^{mol} de chlorure de benzoyle, soit en traitant, par 1^{mol} de ce réactif, l'acide benzhydroxamique $C^6H^5.C\langle{}^{OH}_{NOH}$.

J'ai observé, occasionnellement, la transformation de l'acide benzhydroxamique en acide dibenzhydroxamique dans des circonstances qui me paraissent mériter d'être signalées.

I. Quand on additionne de cyanure de potassium une solution aqueuse, froide, d'acide benzhydroxamique, on ne constate d'abord aucune réaction apparente. Mais si, au bout de quelques heures, on acidule la liqueur par de l'acide acétique, on observe la forma-

tion d'un précipité cristallin presque insoluble dans l'eau. Ce précipité cristallise dans l'alcool en aiguilles prismatiques fondant à 165° et a été identifié, par ses propriétés et par une analyse, avec l'acide dibenzhydroxamique.

La réaction se formule simplement, il y a enlèvement de 1^{mol} d'hydroxylamine à 2^{mol} d'acide benzhydroxamique

$$2\,C^6H^5.C\langle{}^{OH}_{NOH} + CNK = C^6H^5.C\langle{}^{OH}_{NOCOC^6H^5} + CNH.NH^2OH.$$

Il est bien probable que l'acide cyanhydrique et l'hydroxylamine se combinent pour former de l'isurétine [1]; cependant je n'ai pas pu déceler ce composé, d'ailleurs assez peu stable et se détruisant facilement.

La transformation de l'acide benzhydroxamique en acide dibenzhydroxamique n'est pas quantitative; je n'ai jamais obtenu un rendement supérieur à 50 pour 100. Ce rendement est d'ailleurs fonction du temps, de la concentration, et de la quantité de cyanure. Il paraît plus élevé en présence d'une petite quantité d'acide acétique, insuffisante pour saturer tout le cyanure; mais il est à remarquer que la réaction n'a plus lieu en liqueur acide. Voici les conditions les meilleures : on dissout à chaud 1^g d'acide benzhydroxamique dans 50^{cm^3} d'eau, on laisse refroidir et l'on ajoute 2^g de cyanure de potassium; puis, après dissolution de celui-ci, $0^{cm^3},5$ d'acide acétique. Après 12 heures, on acidule par l'acide acétique; on recueille environ $0^g,4$ d'acide dibenzhydroxamique sensiblement pur.

A chaud, la réaction du cyanure de potassium sur l'acide benzhydroxamique est plus complexe. Il se fait sans doute transitoirement du dibenzhydroxamate de potassium, mais ce dernier est immédiatement décomposé, comme l'a montré Lossen [2], et l'on n'observe que les produits de cette décomposition, c'est-à-dire la diphénylurée et l'acide benzoïque. Il se fait aussi une petite quantité d'aniline.

II. Le nitrite de sodium provoque également la transformation de l'acide benzhydroxamique en acide dibenzhydroxamique; mais ici cette réaction est tout à fait accessoire et la proportion d'acide dibenzhydroxamique formée est infime. La majeure partie du produit est transformée en acide benzoïque, ce qui est tout à fait conforme, d'ailleurs, au mode général de réaction de l'acide nitreux sur les oximes.

1^g d'acide benzhydroxamique étant dissous dans 50^{cm^3} d'eau, si l'on ajoute 2^g de nitrite de sodium, on constate au bout de quelques heures la formation de cristaux d'acide dibenzhydroxamique dont le poids ne dépasse pas quelques centigrammes. La liqueur, acidulée, ne laisse précipiter que de l'acide benzoïque.

Si l'on opère à chaud, il se forme encore principalement de l'acide benzoïque, très peu d'acide dibenzhydroxamique et une petite quantité de nitrobenzène. On observe une trace, seulement, de diphénylurée.

III. Enfin l'éther acétylacétique peut aussi transformer l'acide benzhydroxamique en dibenzhydroxamique. Il suffit de chauffer quelques heures, au bain-marie, des quantités équimoléculaires des deux corps. On obtient, par cristallisation du produit dans

---

(1) Lossen et Schifferdecker, *Liebig's Ann.*, t. CLXVI, p. 295.

(2) *Berichte*, t. XXVII, p. 1481.

l'alcool, 50 pour 100 environ d'acide dibenzhydroxamique. L'étude de cette réaction n'est d'ailleurs pas terminée, il est possible qu'elle conduise à des résultats plus intéressants.

En résumé, en présence de certains corps capables de se combiner à l'hydroxylamine, 2^{mol} d'acide benzhydroxamique perdent 1^{mol} d'hydroxylamine pour former 1^{mol} d'acide dibenzhydroxamique.

Le fait est d'autant plus remarquable que l'acide benzhydroxamique est stable, à froid, vis-à-vis des acides, même de l'acide sulfurique concentré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau mode de préparation des éthers mésoxaliques. Leur condensation avec les éthers cyanacétiques.* Note de M. **Ch. Schmitt**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons préparé les éthers mésoxaliques avec un rendement atteignant 65 pour 100 en faisant passer un courant de vapeurs nitreuses dans les éthers maloniques correspondants en présence d'anhydride acétique et d'éther suivant la méthode qui a permis à MM. L. Bouveault et A. Wahl [1] d'obtenir le dicétobutyrate d'éthyle au moyen de l'éther acétylacétique.

Les vapeurs nitreuses étaient obtenues par décomposition par l'eau du sulfate acide de nitrosyle, provenant lui-même de l'action de l'acide sulfurique concentré, refroidi dans un mélange réfrigérant, sur le nitrite de soude desséché à 120°.

Les proportions nécessaires sont pour 200^g d'éther malonique : 900^g de nitrite et 3000^g d'acide sulfurique. Le passage du courant gazeux a duré 2 ou 3 jours.

Le produit de la réaction est distillé dans le vide pour chasser l'éther, l'anhydride acétique et l'éther malonique resté intact. On recueille ce qui passe de 95° à 130° sous 15^{mm}-25^{mm} pour le mésoxalate d'éthyle, de 100° à 140° pour le mésoxalate de méthyle. Les huiles qu'on obtient ne tardent pas à cristalliser en belles tables incolores.

Mésoxalate de méthyle. — Ce corps ou plutôt son hydrate fond à 81° comme celui qu'ont obtenu MM. L. Bouveault et A. Wahl [2] par action du peroxyde d'azote sur le nitrosomalonate de méthyle. La phénylhydrazone est identique à celle qu'ont obtenue v. Pechmann [3] et Bülow [4], le premier en traitant la phénylhydrazone du mésoxalate acide de méthyle par le diazométhane, le second par action du chlorure de diazobenzène sur le malonate de méthyle. Elle fond à 61° et sa solution sulfurique, qui ne donne rien par le perchlorure de fer, se colore en violet par le bichromate de potasse.

---

(1) L. Bouveault et A. Wahl, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1221.

(2) L. Bouveault et A. Wahl, *Bull. Soc. chim.*, 3e sér., t. XXIX, 1903, p. 963 et 965.

(3) v. Pechmann, *D. ch. G.*, t. XXVIII, 1895, p. 858.

(4) Bülow, *D. ch. G.*, t. XXXVII, 1904, p. 4171.

Mésoxalate d'éthyle. — Cet éther fond à 57° comme celui de MM. L. Bouveault et A. Wahl. Nous n'avons pu obtenir sa phénylhydrazone; mais, en le condensant avec les éthers cyanacétiques en présence de pipéridine, nous avons préparé les dérivés suivants :

Le *tricarboxéthyl*-1.1.2-*cyan*-2-*éthylène* de formule

$$\begin{matrix} C^2H^5CO^2 \\ C^2H^5CO^2 \end{matrix} \Big> \underset{1}{C} = \underset{2}{C} \Big< \begin{matrix} CN \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}$$

fond à 25°-26°. Il résulte de l'union de molécules égales des deux éthers :

$$(C^2H^5CO^2)^2C(OH)^2 + CH^2 \Big< \begin{matrix} CN \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} = 2H^2O + (C^2H^5CO^2)^2C \equiv CCNCO^2C^2H^5.$$

On ajoute au mélange de mésoxalate d'éthyle (17^g) et de cyanacétate d'éthyle (12^g) quinze gouttes de pipéridine et l'on abandonne à la température ordinaire pendant 15 jours. On distille ensuite dans le vide. La partie qui passe entre 160°-170° sous 12^{mm}-15^{mm} se prend en masse dans la glace. Les cristaux sont placés sur des lames de porcelaine poreuse puis purifiés par cristallisation dans l'éther et la ligroïne.

Le *tétracarboxéthyl*-2.2-*méthyl*-1.3-*dicyano*-1.3-*propane*

$$\begin{matrix} C^2H^5 - CO^2 \\ C^2H^5 - CO^2 \end{matrix} \Big> \underset{2}{C} \Big< \begin{matrix} \underset{1}{CH}CNCOOCH^3 \\ \underset{3}{CH}CNCOOCH^3 \end{matrix}$$

a été obtenu en plaçant dans un ballon 26^g de mésoxalate d'éthyle, 32^g de cyanacétate de méthyle et quinze gouttes de pipéridine. Les cristaux qui se forment sont recueillis au bout de 3 semaines et purifiés par cristallisation dans l'alcool bouillant. Ce corps fond à 103° et est peu soluble dans l'éther et l'alcool froid.

On peut l'obtenir plus rapidement en portant 12 heures au bain-marie, mais il est alors moins pur et moins abondant. Il se forme en même temps une huile verdâtre dont il est assez difficile de le débarrasser.

Lorsqu'on fait passer dans les solutions dans l'alcool à 85° un courant d'acide chlorhydrique, on obtient par évaporation un corps fondant à 99° et répondant à la formule

$$C^{24}H^{31}N^3O^{12}$$

(poids moléculaire trouvé : 553; calculé : 545). Il semble qu'il y ait eu condensation de 2^{mol} du corps précédent avec élimination de 1^{mol} d'ammoniaque, de 3^{mol} d'acide carbonique et de 3^{mol} d'alcool méthylique :

$$2C^{15}H^{18}N^2O^8 + 5H^2O = C^{24}H^{31}N^3O^{12} + 3CH^3OH + 3CO^2 + NH^3.$$

De même, l'ammoniaque fournit un composé complexe fondant à 105°-106° et auquel les analyses et la détermination du poids moléculaire (trouvé : 516; calculé : 519) attribuent la formule $C^{23}H^{25}N^3O^{11}$.

Nous continuons l'étude de ces dérivés et, pour fixer leur constitution, nous préparons des homologues du tétracarboxéthyldicyanopropane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Basicité de l'oxygène pyranique. Sels doubles halogénés de quelques métaux et de dinaphtopyryle.* Note de MM. **R. Fosse** et **L. Lesage**, présentée par M. A. Haller.

Dans diverses combinaisons, le radical organique, non azoté, *dinaphtopyryle*

$$- CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$$

joue le même rôle qu'un atome de métal alcalin, le potassium, par exemple.

Cette analogie entre le potassium et le pyryle est frappante, si l'on compare la formule du chloroplatinate de potassium à celle du chloroplatinate de dinaphtopyryle, premier type connu, d'une *nouvelle classe de sels doubles de l'oxygène*, découvert par l'un de nous [1],

$$PtCl^4 + 2Cl - K, \quad PtCl^4 + 2Cl - O\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\rangle CH.$$

La même conclusion s'impose à la vue des formules de plusieurs des nouveaux sels doubles, dinaphto-pyryl-métalliques, décrits dans cette Note :

Chloroplatinite de dinaphtopyryle

$$PtCl^2 + 2Cl - O\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

jolis cristaux verts, ressemblant à de la fuchsine cristallisée; obtenus par l'action du chloroplatinite de potassium sur le chlorure de pyryle.

Chlorure double d'or et de dinaphtopyryle

$$AuCl^3 + Cl - O\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

poudre rouge minium, formée de cristaux visibles au microscope.

Bromure double de mercure et de dinaphtopyryle

$$HgBr^2 + Br - O\langle\frac{C^{10}H^6}{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

beaux cristaux rouges à reflets dorés.

---

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, 8 juillet, 22 juillet 1901; *Bull. soc. chim.*, t. XXV, 28 juin 1901, p. 707; *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 15 oct. 1902.

Bromure double de cuivre et de dinaphtopyryle

$$\mathrm{CuBr^2 + Br - O}\left\langle\frac{\mathrm{C^{10}H^6}}{\mathrm{C^{10}H^6}}\right\rangle\mathrm{CH},$$

jolis cristaux verts.

Bromure double de cadmium et de dinaphtopyryle

$$\mathrm{CdBr^2 + 2}\left(\mathrm{Br - O}\left\langle\frac{\mathrm{C^{10}H^6}}{\mathrm{C^{10}H^6}}\right\rangle\mathrm{CH}\right),$$

cristaux rouges à reflets verts.

Bromure double de fer et de dinaphtopyryle

$$\mathrm{FeBr^3 + Br - O}\left\langle\frac{\mathrm{C^{10}H^6}}{\mathrm{C^{10}H^6}}\right\rangle\mathrm{CH},$$

cristaux rouges à reflets dorés.

Bromure double de manganèse et de dinaphtopyryle

$$\mathrm{MnBr^2 + 2}\left(\mathrm{Br - O}\left\langle\frac{\mathrm{C^{10}H^6}}{\mathrm{C^{10}H^6}}\right\rangle\mathrm{CH}\right),$$

beaux cristaux rouges à reflets dorés.

Bromure double de cobalt et de dinaphtopyryle

$$\mathrm{CoBr^2 + 2}\left(\mathrm{Br - O}\left\langle\frac{\mathrm{C^{10}H^6}}{\mathrm{C^{10}H^6}}\right\rangle\mathrm{CH}\right),$$

cristaux rouges à reflets métalliques.

Nous continuons l'étude des sels doubles de métaux et de dinaphtopyryle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De quelques circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon.* Note de MM. **J. Wolff** et **A. Fernbach**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons signalé antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1217; t. CXL, p. 1067) le rôle important joué par l'état de liquéfaction de la fécule dans les phénomènes de coagulation et de saccharification. Conduits à étudier quelques circonstances qui influent sur l'état de liquéfaction, nous avons constaté qu'il dépend de modifications minimes dans la nature et la réaction des substances qui accompagnent l'amidon.

La fécule de pomme de terre du commerce, à l'état d'empois, est toujours acide à la phtaléine et alcaline à l'hélianthine; elle se comporte comme si elle renfermait à la fois

des phosphates primaire et secondaire, ou des corps agissant de même sur ces indicateurs.

Les chiffres qui expriment cette acidité et cette alcalinité varient, entre autres, avec la nature de l'eau qui a servi à extraire la fécule. En voici un exemple :

Un même échantillon de pommes de terre, divisé en deux lots, a été traité pour en extraire la fécule d'une part avec de l'eau distillée, d'autre part avec de l'eau ordinaire. Avec la fécule obtenue on a préparé des empois à 4,6 pour 100 d'amidon sec dont 50^{cm^3} exigent :

	Acidité à la phtaléine. (Soude $\frac{N}{50}$ en cm^3).	Acidité à l'hélianthine. (Ac. sulfurique $\frac{N}{50}$ en cm^3).
A. Fécule extraite à l'eau distillée........	3,1	1,15
B. Fécule extraite à l'eau ordinaire.......	1,3	2,95

Si l'on chauffe ces deux empois à 120° pendant une demi-heure, on constate une grande différence dans la fluidité qu'ils manifestent à froid. Nous avons soumis leur viscosité à une mesure grossière, en déterminant le temps qu'ils prennent pour s'écouler d'une même burette de 25^{cm^3}, qui, remplie d'eau distillée, se vide en 25 secondes. Il a fallu pour A $4^{min}45^s$ et pour B 10^{min}.

La différence de réaction qui accompagne la différence de viscosité est due à la neutralisation d'une partie des corps acides par le calcaire de l'eau; car, si l'on additionne la fécule A de doses croissantes de carbonate de chaux, sa viscosité augmente progressivement :

	Durée d'écoulement après $\frac{3}{4}$ d'heure à 125°.	Acidité à la phtaléine (en centimètres cubes de soude $\frac{N}{50}$).
	min s	
50^{cm^3} empois à 4,6 pour 100 dans l'eau distillée.............	1,25	2,8
Id. id. id. $+2^{mg},7\,CO^3Ca$.	6,20	1,1
Id. id. id. $+5^{mg}\,CO^3Ca$.	10	0,65

Le même effet se manifeste si l'on emploie pour la neutralisation du carbonate de soude ou de potasse; mais il est beaucoup moins marqué qu'avec la chaux. Ainsi deux échantillons de la même fécule, amenés à la même acidité vis-à-vis de la phtaléine ($2^{cm^3},2$) par lavage à l'eau ordinaire ou au carbonate de potasse, suivi d'un lavage à l'eau distillée, ont fourni des empois qui, traités comme les précédents, ont exigé respectivement pour leur écoulement $4^{min}45^s$ et $2^{min}35^s$. Nous avons constaté des influences du même ordre avec de l'amidon de froment.

Au lieu d'une augmentation, on peut aussi observer des effets de diminution de la viscosité. La fécule, même extraite à l'eau distillée, renferme encore des sels, entre autres une petite quantité de sels de chaux, et, d'après ce que nous venons de voir, on comprend que, si on lui enlève une partie

de ces sels de chaux, on diminuera sa viscosité. On y arrive, en effet, en soumettant à froid la fécule pendant un temps très court (15^{min} à 30^{min}) à l'action de l'acide chlorhydrique dilué (à $\frac{1}{1000}$), et la lavant ensuite à fond à l'eau distillée. En opérant de la même manière que plus haut avec la fécule A, la durée de l'écoulement de son empois s'abaisse de $4^{min}45^{s}$ à 28^{s}.

Ce changement n'est pas dû, comme on pourrait être tenté de le croire, à une action pendant le chauffage sous pression d'une trace d'acide chlorhydrique retenu par la fécule; car elle ne donne pas le moindre louche lorsqu'on l'attaque par l'acide nitrique concentré en présence de nitrate d'argent.

La fécule traitée à l'acide donne des empois qui manifestent déjà à 100° une diminution considérable de viscosité. La neutralisation partielle par la soude, à doses croissantes, réduit de plus en plus cette perte de viscosité, et la neutralisation complète par le carbonate de chaux empêche la fluidification de l'empois. Ces empois, chauffés à 100° seulement, diffèrent de ceux chauffés sous pression en ce qu'ils repassent peu à peu à l'état de gelée compacte, d'autant plus vite qu'ils ont été ramenés plus près de la neutralité à la phtaléine.

Les transformations dont nous venons de parler ne sont pas limitées à la fécule à l'état d'empois; on les observe aussi avec l'amidon cru. Celui-ci, traité comme plus haut à l'acide (1) et à l'eau distillée, puis séché vers 30°, donne à 80° un empois aussi visqueux que la fécule primitive. Mais si, après séchage à 30°, on soumet l'amidon cru à l'action d'une température plus élevée, il se transforme peu à peu en amidon soluble, donnant des solutions parfaitement limpides.

A 100°-110°, cette modification se fait au bout d'une heure et demie environ, sans que l'acidité varie; à 46°, elle a lieu en 8 à 10 jours; mais elle peut déjà se produire très lentement à la température ordinaire.

L'aspect microscopique des grains d'amidon qui subissent ce changement reste normal. A 46° il ne se produit ni sucre réducteur, ni dextrine, et à 100° il ne s'en forme que des traces indosables, de sorte qu'on trouve là un mode nouveau de préparation de l'amidon soluble.

On arrive ainsi, sans modification apparente de son aspect microsco-

---

(1) Nous avons obtenu le même résultat avec les acides acétique et formique, mais il faut opérer avec des solutions plus concentrées (1 pour 100). Nous avons également essayé l'acide oxalique, qui, dans les mêmes conditions, produit une transformation beaucoup moins profonde des sels de la fécule.

pique, et par un simple changement dans la réaction des sels qui l'accompagnent, à rendre l'amidon impropre à la coagulation, parce que ses solutions se trouvent dans l'état de liquéfaction trop avancée dont nous avons eu l'occasion de parler antérieurement. Il se peut que des conditions de transformations analogues soient réalisées dans la nature, et l'on y trouve peut-être l'explication d'une des causes de variation considérable de l'état physique des divers amidons naturels.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la lactase animale*. Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. Chauveau.

La lactase, c'est-à-dire le ferment soluble qui dédouble le lactose en glucose et galactose, les deux hexoses dont il est un mode de conjugaison, a été soupçonnée, tout d'abord, dans le monde microbien.

Dans le règne animal, recherchée par M. Dastre (*Arch. de Phys.*, 1890, p. 103), qui ne la trouve ni dans le suc pancréatique, ni dans le suc intestinal, elle fut rencontrée d'une façon positive et presque simultanément par Pautz et Vogel (*Zeit. f. Biol.*, t. XXXII, 1895, p. 304) d'une part, Röhmann et Lappe (*Ber. d. deutsch. ch. Ges.*, t. XXVIII, 1895, p. 2506) d'autre part. Ensuite, elle fit l'objet de travaux qui, par ordre chronologique, appartiennent à Pregl (*Pflüg. Arch.*, t. LXI, 1895, p. 359), Mendel (*Pflüg. Arch.*, t. LXIII, 1896, p. 425), E. Fischer et Niebel (*Sitz. d. kön. preuss. Akad. d. Wissench. zu Berlin*, 1896, p. 73); Portier (*Soc. de Biol.*, 1898, p. 387), Orban (*Prager med. Woch.*, 1899, p. 427, 441 et 454), Röhmann et Nagano (*Pflüg. Arch.*, t. XCV, 1903, p. 533), Bierry et Gmo-Salazar (*Soc. de Biol.*, 23 juillet 1904 et 15 avril 1905).

Le but de cette Note est de préciser les conditions dans lesquelles on doit opérer, selon nous, pour obtenir une lactase très active.

Presque tous les auteurs sont d'accord avec M. Dastre pour certifier que la lactase ne se trouve pas dans le suc intestinal obtenu par la fistule de Thiry ou celle de Vella (*voir* surtout Pregl, Mendel, Röhmann et Nagano), et qu'il faut la rechercher uniquement dans la muqueuse intestinale.

Tantôt l'intestin, après avoir été ouvert et lavé soigneusement, est découpé, haché, puis broyé à consistance de bouillie (Röhmann et Lappe, Portier, Orban, Bierry), tantôt la muqueuse est détachée par raclage (E. Fischer et Niebel, Weinland, Orban). Dans l'un et l'autre cas, une quantité mesurée de la pâte obtenue, après addition de lactose, est mise en présence d'un antiseptique [chloroforme, toluène, thymol, fluorure de sodium à 2 pour 100 (Portier) ou à saturation (4 pour 100 : E. Fischer et Niebel, Bierry)] dont le choix est loin d'être indifférent, ainsi qu'on le verra plus loin; puis on porte à l'étuve.

Nous avons pensé à substituer à l'emploi de ces procédés un peu grossiers celui des méthodes que von Wittich (*Pflüg. Arch.*, t. II, 1869, p. 193) a préconisées pour l'extraction de quelques diastases et qui utilisent soit l'éther saturé d'eau, soit la glycérine. Nous donnons aujourd'hui les résultats que nous a fournis l'éther saturé d'eau.

L'animal (chevreau n'ayant, jusqu'ici, bu au biberon que du lait de chèvre) est sacrifié par section du cou. L'intestin est immédiatement détaché, ouvert et lavé, puis, après avoir été très grossièrement essoré, pour enlever l'eau en excès, suspendu au sein d'éther saturé d'eau. Il ne doit pas s'écouler plus de 30 minutes entre le moment où l'animal est sacrifié et celui où l'intestin est placé dans l'éther. Nous appelons l'attention sur ce fait, très important selon nous, que le lavage, tout en étant suffisant, doit être aussi faible que possible; un lavage à grande eau comme en réclament certains auteurs (Portier, Weinland), suivi même du raclage de la muqueuse avec le pouce (Fischer et Niebel), enlève une grande quantité de lactase. $28^{g},35$ de lactose ont été entièrement dédoublés en 48 heures par 1000^{cm^3} d'eau d'un lavage *cependant très modéré* d'un intestin entier de chevreau; 4^{g} de mucus enlevés par le pouce promené *doucement* sur la muqueuse ont hydrolysé $12^{g},50$ de lactose en 48 heures.

Nous pensons que le lavage à trop grande eau d'un intestin peut suffire dans certains cas à expliquer la faible activité de la lactase qu'on en retire.

Au bout de 3 ou 4 jours, on recueille l'extrait aqueux qui s'est rassemblé au-dessous de l'éther; un intestin de chevreau en fournit environ 120^{cm^3} à 130^{cm^3}. Il est composé de deux couches : l'une, inférieure, qui se rassemble la première au fond du flacon, la moins abondante, un peu rosée, assez mobile; l'autre, supérieure, blanchâtre, plus épaisse et qui semble être due, en quelque sorte, à la desquamation de la muqueuse intestinale; elle est également plus riche en lactase que la précédente.

Quoi qu'il en soit, l'extrait total ainsi obtenu hydrolyse énergiquement le lactose, sans qu'il soit nécessaire d'additionner, au préalable, la liqueur sucrée d'un peu d'acide, comme le recommandent quelques chercheurs. La solution de lactose est à 5 pour 100, titre moyen sous lequel ce sucre existe dans les laits; on porte à l'étuve à 37°-38°, en présence d'un témoin, préalablement soumis à l'ébullition, et après addition de 2^{g} de toluène.

La lactase que j'ai obtenue du chevreau dans les conditions rapportées plus haut a toujours été en état d'agir sur les solutions de lactose de concentration semblable à celle du lait et cela m'a ainsi permis d'apprécier avec exactitude le degré de dédoublement du lactose.

Nous produirons, dans un travail plus détaillé, les nombreux chiffres que nous avons en main, mais nous tenons à fournir dès maintenant ceux que nous a procurés un extrait d'intestin de chevreau, en présence de toluène d'une part, de fluorure de sodium d'autre part, afin d'apprécier l'action nettement retardatrice de ce dernier antiseptique :

Lactose : 5^{g}, Eau : 100^{cm^3}, Extrait : 10^{cm^3}.

	Toluène (2 pour 100).	Fluorure de sodium à saturation (4 pour 100).
Après 6 heures. Lactose hydrolysé....	62 pour 100	30 pour 100
» 24 » »	100 » (¹)	70 »

Le suc total du même animal aurait dédoublé, tous calculs faits, 36g de lactose en 6 heures. Avec un autre chevreau, j'aurais pu dédoubler 125g en 17 heures au plus. Nous sommes donc loin, surtout si l'on tient compte en outre de la différence de taille des animaux, du chiffre de Weinland, lequel avait trouvé que *tout* l'intestin d'un veau était capable d'hydrolyser 22g à 23g de lactose en 4 heures 45 minutes.

J'en conclus que le procédé de von Wittich, à l'éther saturé d'eau, appliqué à l'intestin des animaux à la mamelle, est capable de fournir un extrait très riche en lactase, très propre donc à l'étude de cette intéressante diastase.

HISTOLOGIE. — *Contribution à l'étude des teintures histologiques*. Note de MM. **G. Halphen** et **André Riche**, présentée par M. Armand Gautier.

On connaît les services rendus à l'histologie par la coloration des coupes. La technique en est souvent délicate, et ses procédés sont plutôt empruntés à l'empirisme qu'à la théorie. Nous avons donc cherché à l'éclairer en nous basant sur les données chimiques. Pour atteindre ce but, nous avons étudié l'action des colorants sur des coupes de différents tissus animaux fixés à l'alcool, en opérant toujours dans les mêmes conditions : la matière colorante a été dissoute dans mille fois son poids d'eau, et la teinture effectuée directement dans ce bain et à froid. L'excès de couleur était éliminé par l'eau, et la déshydratation obtenue, non pas avec l'alcool, qui dissout les principes colorants fixés, mais avec un mélange de 1vol d'alcool absolu et de 3vol à 4vol d'éther de pétrole, mélange qui absorbe l'eau sans dissoudre sensiblement de matière colorante.

L'expérience a montré que l'addition de faibles quantités d'acides aux solutions des colorants dits *acides* augmente leurs propriétés tinctoriales; c'est exactement le contraire qui se produit avec les colorants basiques dont la teinture est facilitée par la présence de petites quantités d'alcali.

(¹) L'hydrolyse totale, dans ce cas, a été sûrement réalisée avant les 24 heures, mais il ne m'avait pas été possible de faire des essais antérieurs.

En appliquant ces constatations, nous avons réussi à obtenir, avec un même colorant, des élections variables et aussi à produire avec les colorants acides, des différenciations qu'on n'obtient habituellement qu'avec les colorants basiques, et en particulier l'élection de colorants acides par les nucléines acides des noyaux cellulaires.

Ces résultats s'expliquent aisément quand on tient compte des propriétés à la fois acides et basiques des albuminoïdes. En effet, toute matière colorante étant un sel dans lequel le principe colorant est, selon les cas, acide ou basique, ce principe doit, par cela même, pouvoir se fixer dans certaines conditions sur le groupement fonctionnel basique ou acide de l'albuminoïde, et ces conditions dépendent à la fois des puissances respectives de ces groupes fonctionnels, de leur influence réciproque et du degré de stabilité du sel qui constitue la matière colorante.

Or, cette stabilité de la matière colorante peut être aisément modifiée en faisant varier la composition du bain de teinture. Si, en effet, on fait agir une base minérale sur une couleur basique, le principe colorant tendra à être mis en liberté et, par suite, aura plus de facilité à contracter combinaison avec le radical acide de l'albuminoïde, d'où phénomène de teinture plus marqué. Inversement, en acidifiant la solution d'un colorant acide, le principe colorant acide libéré pourra plus aisément se fixer sur la partie basique de l'albuminoïde. Les phénomènes de régression procèdent du même principe.

Quand on place dans un même bain de teinture les substances constitutives des tissus animaux, on constate qu'elles possèdent des aptitudes inégales à fixer le colorant. On en peut conclure que les groupes acides et basiques des différents albuminoïdes ont des puissances chimiques différentes; par suite, l'étude des conditions de teinture doit amener à la détermination de leurs valeurs relatives. Pour évaluer ces valeurs nous avons dû nous préoccuper de l'action qu'exercent, sur les tissus organisés, les liquides fixateurs et durcissants que l'on fait réagir sur eux pour pouvoir les conserver et les couper.

Nous avons reconnu, en particulier, que le formol et la liqueur de Müller modifient profondément les puissances respectives des fonctions acides et basiques des albuminoïdes; il en est de même, bien qu'à un degré moindre, pour l'alcool et l'action de la chaleur.

Il a donc fallu se préoccuper de conserver, de couper et de colorer les tissus par d'autres procédés que ceux habituellement employés dans la technique de l'histologie. Nous y sommes parvenus en desséchant, à la température ordinaire, les organes ou

fragments d'organes, sous des cloches contenant de la glycérine ou mieux de l'acide sulfurique, avec ou sans présence de chloroforme destiné à entraver l'action des microbes.

Les coupes ainsi préparées diffèrent notablement de celles que l'on obtient par les procédés habituels : certaines d'entre elles décolorent, peu à peu, la fuchsine qui les a primitivement colorées, propriété qu'elles perdent si, avant la teinture, on les fait séjourner dans l'alcool; ces phénomènes semblent se rattacher à la présence, dans les tissus ainsi conservés, de ferments protéolytiques qui font défaut lorsque la conservation a été obtenue par l'alcool.

Il importe aussi de signaler que, dans les coupes de tissus conservés par dessiccation sous cloche, on n'observe ni noyaux ni cellules d'aucune sorte, soit directement, soit après coloration, tandis que ces éléments apparaissent dans ces mêmes coupes par un traitement préalable à l'alcool. On constate aussi que le tissu sec possède la propriété de décomposer avec énergie l'eau oxygénée, propriété des tissus vivants que les tissus conservés à l'alcool ne possèdent pour ainsi dire pas. Nous continuons l'étude de ces phénomènes.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques minéraux du Djebel-Ressas (Tunisie).* Note de M. L. **Jecker**, présentée par M. A. Lacroix.

La mine du Djebel-Ressas, située à 25^{km} au sud-est de Tunis, a été exploitée par les Romains pour l'extraction du plomb. Depuis 1868, elle est exploitée pour minerai de zinc, mais, depuis quelques années, elle fournit surtout des minerai de plomb.

Comme dans beaucoup d'autres mines de la même région, les minerais incrustent une série de cassures des calcaires jurassiques; l'amas principal, exploité à ciel ouvert, se trouve à l'intersection de deux cassures principales; il renferme une grande quantité de calcaire stérile, non minéralisé.

Les minerais de zinc consistent essentiellement en smithsonite ferrifère et en hydrozincite blanche, très légère; les minerais de plomb, en galène, mélangée de blende. Le sulfure de plomb est souvent en partie transformé en un mélange compact de cérusite et d'anglésite. Il existe un assez grand nombre de minéraux accessoires, qui sont surtout ceux présentant de l'intérêt au point de vue scientifique.

En outre de sa forme compacte, la smithsonite constitue par places des masses fibrobacillaires à larges clivages rhomboédriques courbes; elles sont parfois associées à de la calamine, également fibrolamellaire (ce der-

nier minéral constitue aussi, à lui seul, de belles stalactites à structure fibreuse). Ces deux minéraux sont souvent colorés en jaune d'or par du sulfure de cadmium (greenockite) pulvérulent, qui se trouve aussi parfois en enduit à la surface de la blende. Mais les deux minéraux les plus intéressants de ce gisement sont la *cérusite* et la *leadhillite;* les plus beaux cristaux se trouvent dans des poches tapissées d'hydrozincite; grâce à la structure terreuse de celle-ci, il est parfois possible de les isoler complètement; quelques-uns de ceux que j'ai étudiés atteignent 2^{cm} de plus grande dimension.

Les cristaux non maclés de cérusite sont tous allongés suivant l'arête pg^1; les formes les plus communes sont les suivantes : $p(001)$, $g^1(010)$, $g^2(130)$, $m(110)$, $h^1(100)$, $e^2(012)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{3}}(031)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $e^3(121)$, $a^3(211)$, mais on constate, suivant les échantillons, de grandes variations dans leur importance relative.

Il existe de fréquentes macles suivant m et suivant g^2; ces dernières, par leur beauté, placent le gisement qui nous occupe sur le même rang que la mine de Monteponi en Sardaigne. Le plus souvent, elles sont composées par deux individus et peuvent être isolées à l'état complet de leur gangue; elles se présentent sous la forme d'une pyramide aiguë ($g^1\underline{g}^1 = 57^\circ 18'$) constituée par quatre faces e^1 et $\underline{e}^1$; la nature des formes qui leur sont associées donne des aspects caractéristiques aux divers échantillons étudiés. Le plus souvent, l'extrémité de la macle, opposée au sommet de la pyramide est occupée par un large angle rentrant, déterminé par deux faces g^2, $\underline{g}^2$ d'ordinaire associées à $g^4(350)$ et m très développées; il existe fréquemment en outre de petites facettes p, e^2, $e^{\frac{1}{2}}$, h^1, g^2, a^2, $b^{\frac{1}{2}}$. Exceptionnellement, on voit se développer de larges faces g^2, parallèles au plan de macle, suivant lequel s'aplatit alors le groupement.

Un type moins fréquent est celui dans lequel l'angle rentrant disparaît en totalité ou en partie par suite du grand développement de deux faces h^1, $\underline{h}^1$ jusqu'à leur rencontre mutuelle ou bien par l'apparition de quatre faces $b^{\frac{1}{2}}$, $\underline{b}^{\frac{1}{2}}$. Ce type de macle est fréquemment compliqué par de petites facettes g^1, g^2, m, a^2.

La *leadhillite* est beaucoup plus rare que la cérusite; elle se présente sous la forme des lames à contours hexagonaux, empilées à axes imparfaitement parallèles. Ces cristaux, blancs ou d'un jaune d'or, présentent presque toujours d'assez nombreuses facettes, difficiles à mesurer à cause de leur

striation; il est cependant possible d'affirmer l'existence des formes suivantes qui accompagnent la base : $m(110)$, $o^{\frac{1}{2}}(201)$, $a^1(\bar{1}01)$, $a^{\frac{1}{2}}(\bar{2}01)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$. Le clivage basique et les propriétés optiques sont ceux de la leadhillite normale. L'existence de ce sulfocarbonate de plomb est particulièrement à signaler, étant donné le très petit nombre de gisements dans lesquels il est connu jusqu'à présent.

Je n'ai pas trouvé, parmi les échantillons examinés, trois minéraux, la *voltzite*, la *willemite* et la *zincite*, que M. Stacke a signalés au Djebel-Ressas en 1876 (¹).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variation des caractères histologiques des feuilles dans les galles du* Juniperus Oxycedrus *L. du Midi de la France et de l'Algérie.* Note de M. C. **Houard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Communication (²) j'ai montré comment les feuilles anormales des Genévriers des Alpes pouvaient lutter contre le climat sec et froid des hautes altitudes en développant leurs appareils d'assimilation et de sécrétion et en renforçant leurs éléments de soutien. Il est intéressant de rechercher comment, dans le climat sec et chaud du Midi de la France ou dans les régions brûlantes de l'Algérie, se comportent les feuilles anormales constituant les diptérocécidies du *Juniperus Oxycedrus*.

I. — Genévrier Oxycèdre du Midi de la France.

A. Cécidie ovoïde charnue, due à une larve de Cécidomyide, et formée aux dépens des deux verticilles terminaux d'une pousse. Recueillie dans la vallée de la Cèze (Gard).

La feuille *normale* mesure environ 13mm de longueur sur 1mm,25 de large et presque autant en épaisseur; elle possède cinq à six rangées de stomates à la face supérieure et des cellules chlorophylliennes nombreuses, serrées, assez allongées; le canal sécréteur a un diamètre moyen de 30µ, le parenchyme comprend des cellules rameuses régulières; enfin, le faisceau libéro-ligneux, presque arrondi, à liber bien développé, possède des ailes de tissu aréolé formées chacune d'une vingtaine de vaisseaux.

Les aiguilles *anormales* du verticille externe de la cécidie mesurent 9mm de lon-

(¹) *Verhandl. K. geol. Reischs. Wien.*, 1876, p. 56.

(²) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 56-58.

gueur, 6^{mm} de largeur et 3^{mm} d'épaisseur. L'accroissement en largeur de leurs dimensions transversales provient de la multiplication et de l'hypertrophie des cellules du parenchyme, qui s'isolent par de grands méats, et aussi de l'augmentation du nombre des cellules épidermiques et des files de stomates.

Pourtant, la grande hypertrophie de la région assimilatrice n'a qu'une très faible répercussion sur les dimensions du faisceau libéro-ligneux et du canal sécréteur; le tissu aréolé seul double le nombre de ses cellules ponctuées.

II. — Genévrier Oxycèdre de l'Algérie.

La feuille normale du Genévrier de cette région diffère déjà de la feuille saine du même arbuste croissant dans le Midi de la France par les caractères histologiques suivants : tissu aréolé plus développé, faisceau étalé mais moins épais, canal sécréteur d'un diamètre un peu supérieur, fibres hypodermiques et péricycliques nombreuses et bien développées. Plusieurs de ces caractères, que l'on pourrait appeler *sahariens*, s'exagèrent encore dans les feuilles anormales constituant les galles de ce Genévrier.

B. Cécidie ovoïde, affectant la même forme que la précédente. Recueillie à Saïda.

Les feuilles du verticille externe sont élargies à la base (4^{mm} ou 5^{mm}) et très courtes (10^{mm} à 12^{mm} au lieu de 25^{mm} à 30^{mm}). L'hypertrophie énorme du parenchyme cortical retentit peu sur les dimensions du canal sécréteur et du faisceau libéro-ligneux; les ailes vasculaires de ce dernier sont peu développées et les stomates espacés apparaissent en petit nombre. Ainsi, toutes proportions gardées, les appareils d'assimilation et de sécrétion manifestent une certaine tendance à la réduction.

C. Cécidie fusiforme allongée, constituée par deux verticilles de feuilles déformées. Même provenance que B.

Les aiguilles du second verticille acquièrent les trois quarts de la longueur normale; elles sont très aiguës, renflées dans leur moitié inférieure et munies d'une forte carène dorsale. Leurs grandes dimensions en largeur et en épaisseur, qui atteignent deux fois environ celles de la feuille saine, proviennent de la multiplication et de l'hypertrophie des cellules du parenchyme. Ces dernières contiennent peu de chlorophylle : aussi les stomates sont-ils absents à la face supérieure du limbe afin d'éviter une trop grande transpiration. Le faisceau libéro-ligneux lui-même acquiert une assez grande taille, sans toutefois s'accroître dans la même proportion que le parenchyme environnant; ses vaisseaux de bois seuls acquièrent un diamètre triple environ du diamètre normal, mais ils restent peu nombreux et irrégulièrement disposés; ses ailes vasculaires bien développées comprennent plusieurs grosses cellules aréolées de tailles très variées. Enfin, le canal sécréteur augmente peu ses dimensions normales.

Le tissu de soutien des feuilles (cellules de l'hypoderme et fibres péricycliques situées à la face inférieure du faisceau) présente lui-même une remarquable modification.

Il se développe en abondance dans les aiguilles normales du Genévrier Oxycèdre de l'Algérie qu'il protège contre une transpiration trop active durant la période de sécheresse (¹). On le trouve de même bien développé dans les feuilles hypertrophiées, dont il assure la protection contre la dessiccation, mais il comprend seulement de grandes cellules à parois sinueuses, minces et non lignifiées.

En résumé, l'étude histologique des galles du *Juniperus Oxycedrus* (cécidie de la Cèze et cécidies de Saïda) nous montre les faits suivants : Dans le climat tempéré de la France, le tissu chlorophyllien des aiguilles anormales, les stomates, les ailes vasculaires augmentent leurs dimensions; le faisceau et le canal sécréteur conservent les leurs. Plus au sud, en Algérie, les galles sont soumises à un climat sec et à une haute température; obligées de se protéger de façon efficace, les feuilles déformées présentent des stomates très rares, un tissu parenchymateux mal différencié et pauvre en chlorophylle, un faisceau et un canal sécréteur peu développés malgré la grande hypertrophie de tous les tissus environnants, des fibres nombreuses, mais non lignifiées. Il y a, dans ce dernier cas, accentuation des caractères sahariens que présentent déjà les feuilles normales du Genévrier de la région algérienne, afin de résister à la dessiccation.

BOTANIQUE. — *Sur la biologie du* Melampyrum pratense. Note de L. GAUTIER, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que le *Melampyrum pratense* est une plante communément répandue en été, de juin à septembre, dans les bois et les taillis défrichés plutôt que dans les prés. Comme toutes les Rhinanthacées à la tribu desquelles elle appartient, cette plante est une hémiparasite. Ce genre de parasitisme a été entrevu pour la première fois par Decaisne en 1847.

Depuis, les Rhinanthacées et le *Melampyrum pratense* en particulier ont été l'objet de nombreuses études anatomiques ou physiologiques par MM. Chatin, de Solms-Laubach, Leclerc du Sablon, etc.; mais leur biologie est moins bien connue, et l'on possède peu de renseignements précis sur les hôtes de ces plantes et sur leur manière de vivre.

Le *Melampyrum pratense* que j'ai étudié à ce point de vue m'a conduit à

(¹) Résultat conforme aux recherches anatomiques et expérimentales de MM. W. Russell (1895) et G. Bonnier (1902), concernant les plantes de la région méditerranéenne.

de curieuses observations; c'est l'une d'elles que je signale dans cette Note.

La présence de cette plante sous les hautes futaies de nos forêts ou dans les bois défrichés est assez singulière. Dans nos régions, en effet, les Phanérogames qui se localisent dans cet habitat sont assez peu nombreuses; et dans la forêt de Fontainebleau, où j'ai recueilli mes observations, pendant mon séjour au Laboratoire de Biologie végétale, le *Melampyrum pratense* est, par endroits, très abondant. Il y croît au milieu de végétaux les plus divers sans que rien extérieurement puisse donner d'indication sur son hôte préféré.

Si l'on examine attentivement l'appareil radiculaire du *Melampyrum pratense*, on remarque qu'il se ramifie et s'étale à un niveau particulièrement riche en racines de toutes sortes, lesquelles forment une couche épaisse au sein d'un terreau abondant presque entièrement constitué d'humus. Ces racines appartiennent à des végétaux divers; des arbres, Hêtre, Chêne, Charme, Sapin, etc.; des Graminées : *Festuca ovina, Aira flexuosa*; des Bruyères, etc.

D'après Prillieux ([1]), dans le *Melampyrum pratense* : « les suçoirs adhèrent le plus souvent à des organes morts en voie de décomposition, tels que des débris de tiges, de feuilles et de racines, et même à de petites masses d'humus ».

En déterrant soigneusement le *Melampyrum pratense,* on remarque, en effet, que quelques-uns des suçoirs sont entourés de petites masses d'humus. Ces masses d'humus se montrent presque entièrement constituées par des filaments mycéliens qui entrent en contact intime avec les suçoirs et les entourent d'un chevelu serré pénétrant à leur intérieur. D'autres suçoirs sont libres de toute adhérence, et d'autres, enfin, sont attachés à des racines vivantes d'un aspect tout particulier.

Ce sont des racines ramifiées en dichotomie; les ramifications, nombreuses, sont courtes, plus ou moins régulières et renflées à leur extrémité. Il semble que les suçoirs du *Melampyrum pratense* aient une certaine affinité pour ces sortes de racines; car les radicelles de la plante parasite, en courant parmi les racines des nombreuses plantes voisines et les tiges feuillées de mousse, n'attachent leurs suçoirs qu'aux racines en branche de corail à l'exclusion des autres.

Avec quelques précautions, on peut parvenir à conserver l'adhérence du *Melampyrum pratense* avec les racines coralloïdes auxquelles il est toujours fixé, et remonter ainsi à l'origine de ces dernières. J'ai pu, de cette façon, déterminer avec précision la plante hospitalière pour laquelle le *Melampyrum pratense* semble avoir une préférence marquée : c'est le Hêtre. L'identification des racines coralloïdes auxquelles se fixent les suçoirs, avec celles du Hêtre, est facile. On peut d'ailleurs en avoir une vérification par le fait suivant : des racines de Hêtre, arrachées dans le voisinage de la

---

([1]) Prillieux, *Maladies des plantes agricoles,* 1895.

plante parasite, conservent, en beaucoup de points, des suçoirs adhérents avec leur fragment de radicelle.

Cette affinité des suçoirs du *Melampyrum pratense* pour les racines du Hêtre présente un certain intérêt, car la forme dite *coralloïde* des racines est, d'après Frank, un symptôme de l'infection. Elle est spéciale aux espèces à mycorhizes; on ne la rencontre que dans les racines infestées par des champignons filamenteux. Or, les racines du Hêtre sont pourvues, dans leurs ramifications terminales, d'une gaine mycélienne entourée de filaments brun noirâtre, formant un chevelu compact qui retient les grains de sable en formant ainsi sur le système radiculaire un revêtement en chapelet caractéristique. C'est à ce niveau que les suçoirs du *Melampyrum pratense* sont fixés de préférence, et les hyphes s'enchevêtrent autour des deux racines en contact en passant de l'une à l'autre. Ainsi, les suçoirs du *Melampyrum* s'allient avec les mycorhyzes du Hêtre comme ils s'alliaient avec les filaments mycéliens de l'humus. Détachés de la racine hospitalière, ils conservent ces filaments autour de leurs suçoirs; on ne peut les en détacher sans les briser.

En résumé, le *Melampyrum pratense* affectionne particulièrement les sols riches en humus; il semble y rechercher la présence des champignons humicoles qui constituent en grande partie, d'après Frank, l'humus de nos forêts. De plus, les mycorhizes sont liées à la présence de l'humus et, dans les forêts, comme celle de Fontainebleau, où les chutes de feuilles sont abondantes, elles ont toute facilité de se développer.

Le Hêtre, abondant en cet endroit, a ses racines infestées des filaments mycéliens de l'humus; les suçoirs du *Melampyrum pratense* s'y fixent de préférence à toute autre racine et s'allient intimement aux mycorhizes de l'arbre.

Si l'on considère ces mycorhizes comme ayant un rôle dans l'alimentation, il n'est pas invraisemblable de croire que le Hêtre, mieux armé que les plantes voisines dans la lutte pour l'existence, détourne à son profit les subtances nutritives du sol, et que le *Melampyrum pratense* a ainsi tout avantage à fixer ses suçoirs sur un si puissant appareil d'absorption.

L'humus abondant, chargé d'hyphes, le voisinage du Hêtre ou d'une autre espèce à mycorhizes, comme conséquence, pourront donc être considérés comme des facteurs aptes à favoriser les habitudes parasites du *Melampyrum pratense* et à justifier le choix de son habitat.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation.* Note de M. G. ANDRÉ.

J'ai examiné, il y a quelque temps déjà (¹), les transformations qu'éprouvent les matières protéiques depuis le début de la germination jusqu'au moment où la plante totale a retrouvé le poids de la matière sèche de la graine d'où elle est sortie. Pour compléter les études que j'ai publiées récemment (²) sur l'évolution des matières minérales et organiques pendant la maturation des graines, je vais m'occuper aujourd'hui des variations que subissent, chez quelques graines en voie de maturation (haricot d'Espagne, lupin blanc, maïs), ces mêmes matières protéiques (albumine, légumine, amides solubles dans l'eau) en me servant des procédés de séparation dont il a été question dans ma Communication de l'année 1902. Je ne présenterai ici que le Tableau relatif au développement des graines du *lupin blanc*.

		Graine initiale.	I. — 6 juillet 1904.	II. — 18 juillet. 1904.	III. — 27 juillet 1904.	IV. — 8 août. 1904.
Poids de 100 unités sèches		31,06 g	0,3932 g	1,0881 g	11,85 g	24,60 g
De 100 unités sèches.	Azote total	1,910	0,0187	0,0498	0,5794	1,2472
	Azote de l'albumine	0,0090	0	0	0	0,0319
	Azote de la légumine	0,372	0	0,0019	0,0367	0,1180
	Azote des composés amidés solubles dans l'eau	0,382	0,0145	0,0406	0,3282	0,5067
Eau pour 100 de matière sèche		9,66	82,88	83,27	77,61	68,22

I. L'*albumine* végétale, que l'on ne rencontre qu'en très faibles quantités dans la graine non germée, disparaît rapidement sitôt que la germination a commencé. Elle ne semble exister qu'à l'état de traces ou même être totalement absente pendant les premiers stades de la formation des graines que j'ai examinées : on ne la trouve que dans les dernières périodes de la maturation. C'est ainsi que, chez le *lupin blanc*, lorsque le poids de la graine se rapproche du poids définitif et s'élève, à la quatrième prise d'échantillon, aux quatre-vingts centièmes de ce poids, l'albumine, absente jusque-là,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 995.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1510 et 1712; t. CXXXIX, 1904, p. 805.

apparaît : mais la proportion en est faible, car l'azote de cette albumine n'est que le quarantième environ de l'azote total.

D'après mes recherches antérieures, l'azote de la *légumine* représente successivement le quart de l'azote total (graine non germée), puis le cinquième, le septième, le onzième, le vingt-quatrième, quantités qui répondent à des époques pendant lesquelles le végétal total possède un poids moindre que celui de sa graine. La légumine n'existe qu'en faibles quantités chez la graine, au début de sa formation. C'est ainsi que, chez le *haricot d'Espagne,* alors que le poids de ses graines, supposées sèches, n'est que le deux cent cinquantième et même le quarantième du poids des graines parfaites, l'azote de la légumine n'est que le vingtième environ de l'azote total. Dans un stade plus avancé, lorsque le poids de la graine sèche est le tiers environ de celui de la graine complète, le poids de la légumine s'accroît et son azote représente le dixième de l'azote total. Cet azote s'élève au quart de l'azote total dans la graine à maturité. Il en est de même chez le lupin blanc : lorsque le poids de sa graine, supposée sèche, est successivement le trentième, le tiers, les quatre cinquièmes du poids de la graine parfaite, l'azote de la légumine représente environ 4, 6, 9 pour 100 de l'azote total de la graine mûre; chez cette dernière, l'azote de la légumine est le cinquième de l'azote total.

II. L'azote des *composés amidés solubles* (après séparation de la légumine et de l'albumine) subit, au fur et à mesure des progrès de la germination, une notable augmentation dont le maximum coïncide avec le moment où la graine germée possède le poids minimum, ainsi que je l'ai montré antérieurement.

Au contraire, pendant le développement de la graine, cet azote amidé soluble est d'autant plus abondant que la graine est plus jeune. Il représente successivement, chez le lupin blanc, aux diverses périodes examinées, 72, 81, 56, 40 pour 100 de l'azote total : il diminue donc pendant la maturation et ne figure plus que pour 20 pour 100 dans la graine mûre. Il en est de même chez le haricot d'Espagne et le maïs.

Cette transformation des amides solubles en matières protéiques insolubles correspond à la déshydratation lente de la graine dans sa gousse. C'est également pendant cette déshydratation que se produit le mouvement de migration très marquée des substances nutritives vers la graine [1].

Quant à l'azote des matières protéiques insolubles, à l'inverse de celui

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 1510.

des amides, il augmente nécessairement avec le développement de la graine.

III. L'ensemble des faits que je viens de signaler montre donc que les phénomènes de transformation des matières azotées sont, pendant la maturation de la graine, inverses de ceux qui se produisent pendant la germination. L'albumine apparaît tardivement au cours de la maturation et disparaît très peu de temps après les débuts de la germination. La légumine fait une apparition plus précoce pendant la maturation ; elle existe dans la graine mûre en proportions beaucoup plus importantes que l'albumine et, bien que son poids diminue pendant la germination, j'ai montré qu'on la rencontrait encore dans la plantule lorsque celle-ci avait retrouvé le poids de la graine initiale.

Les amides solubles représentent forcément l'état initial de la matière azotée complexe de la future graine : d'où leur abondance dès les débuts de la formation de celle-ci. Lorsque la maturation s'avance, ces amides se condensent, se transforment par déshydratation et leur azote n'est plus qu'une fraction, variable suivant les graines, mais assez faible, de celle de l'azote total.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations sur les intersections tendineuses des muscles polygastriques.* Note de M. J. **Chaine**, présentée par M. Alfred Giard.

Nous avons précédemment donné les caractères des intersections fibreuses des muscles polygastriques [1]; aussi, dans cette Note, nous bornerons-nous à étudier et discuter les diverses interprétations auxquelles ont donné lieu ces formations. Nous diviserons ces interprétations en deux catégories : dans la première, nous comprendrons les diverses hypothèses des auteurs qui ont cru devoir expliquer l'existence de ces formations en leur accordant un rôle physiologique; dans la deuxième, nous classerons les opinions des naturalistes qui ont recherché dans les faits observés en anatomie comparée la raison d'être de ces formations.

1° Certains anatomistes ont pensé que les intersections tendineuses servaient à diminuer la compression douloureuse des viscères. D'autres ont cru qu'elles augmentaient l'énergie des muscles grands droits, tandis que quelques-uns ont émis l'avis que, si ces

(1) J. Chaine, *Caractères des muscles polygastriques* (*Comptes rendus*, 27 février 1905).

énervations influaient sur la force de contraction, c'était, au contraire, en neutralisant plus ou moins son effet.

On a également prétendu qu'elles avaient pour but d'empêcher le déplacement latéral des fibres du muscle grand droit et de maintenir sa forme aplatie pendant les contractions. « Elles rempliraient le rôle de ces tiges transversales qui, dans les constructions des grilles, retiennent toute la série des tiges verticales et les maintiennent dans leur situation respective. » (Sappey).

Bertin et Chaudenon ont vu dans les intersections tendineuses un moyen d'association entre les mouvements des muscles grands droits et obliques de l'abdomen. Enfin, de Closmadeuc (1893) croit qu'en « ce qui concerne les grands droits de l'abdomen, les intersections fibreuses ont pour but de permettre à ces muscles de se contracter efficacement en moulant leur courbure sur celle du levier brisé thoraco-vertébro-iliaque ».

Nous ne discuterons pas séparément ces diverses opinions qui ont d'ailleurs été déjà critiquées par une foule d'auteurs; nous nous bornerons à faire remarquer qu'elles émanent toutes d'un même principe faux consistant à expliquer l'existence d'un organe par un rôle physiologique que l'on s'ingénie à lui découvrir. Pour les auteurs qui émettent de telles opinions toute disposition anatomique doit forcément jouer un rôle quelconque dans l'organisme; ils méconnaissent ainsi que bien des formations plus ou moins rudimentaires, qui semblent avoir une fonction énigmatique ou qui même bien souvent n'en ont aucune, ne sont que des reliquats d'organes parfaitement développés chez d'autres formes et chez lesquelles ils ont un rôle parfaitement déterminé : tels sont, par exemple, les muscles de l'oreille de l'homme, le ligament rond du fémur, etc., etc.

En outre, un autre grand reproche que l'on peut faire à toutes les opinions précédentes, c'est qu'elles ne sont, en général, applicables qu'à un seul muscle, le grand droit, et quelquefois aux obliques de l'abdomen. Il est vrai que les auteurs n'avaient que ces formations en vue et que, par suite, ils ont complètement laissé de côté tous les autres muscles polygastriques; cependant, comme nous l'avons déjà écrit, « la myologie comparative nous apprend que les muscles polygastriques sont de beaucoup plus nombreux que ne pouvait le faire supposer l'étude des Mammifères supérieurs, et que, par suite, l'*état de polygastricité* ne forme pas une sorte d'exception dans la constitution des muscles. » Mais il faudrait dès lors presque autant d'explications physiologiques distinctes qu'il y a de ces muscles et peut-être même qu'alors ce qui conviendrait à une forme animale ne serait plus applicable à une autre. Cette seule remarque montre amplement que l'explication de l'existence de ces énervations par la recherche de

l'usage auquel elles seraient dévolues par une nature prévoyante ne peut être admise et qu'il faut chercher ailleurs la raison d'être de ces formations.

2° Des anatomistes ont émis l'avis que les intersections tendineuses des muscles polygastriques correspondent à des pièces disparues du squelette. C'est ainsi que, pour le grand droit de l'abdomen, elles devraient être considérées, au point de vue de l'anatomie philosophique, comme la répétition et la continuation des côtes thoraciques, comme un vestige des côtes abdominales de quelques Vertébrés inférieurs.

D'autres rattachent ces formations uniquement à l'origine métamérique des Vertébrés; elles représenteraient les coupures du corps, qui, dans les formes élevées, seraient simplement plus nettes dans certaines régions spéciales (colonne vertébrale, etc.).

Ce sont là les deux opinions généralement admises aujourd'hui. Il est vrai qu'elles sont assez rapprochées l'une de l'autre pour que certains auteurs aient cru pouvoir les confondre en une seule hypothèse. Cependant, à notre avis, ce sont là deux manières bien distinctes d'envisager les faits et nous croyons devoir accepter la deuxième explication, qui nous semble mieux concorder avec les multiples dispositions qu'offrent les muscles polygastriques dans l'ensemble de l'embranchement des Vertébrés; la première hypothèse, en effet, est inapplicable à un certain nombre de muscles.

Pour étayer leur théorie, les auteurs qui admettent que les énervations sont des côtes avortées décrivent certaines dispositions anormales parmi lesquelles nous citerons la présence de noyaux cartilagineux ou osseux au sein de ces formations. Mais est-il bien exact que ce sont là des rudiments de côtes ou bien n'est-il pas plus juste de penser que ces noyaux osseux se sont développés parce qu'une intersection tendineuse existait en ce point? Autrement dit, l'intersection ne serait-elle pas la cause efficiente qui a fait se développer ce rudiment costal? Ces naturalistes auraient alors pris le résultat du processus pour le processus lui-même. Que nous apprend en effet, à ce point de vue, l'Anatomie comparée? Elle nous montre tout d'abord que les intersections tendineuses sont phylogéniquement antérieures aux côtes; de plus, chez les Poissons, les gros muscles latéraux sont métamérisés d'une façon régulière et profonde, les masses musculaires succédant normalement les unes aux autres, tout le long du corps et étant séparées par des intersections conjonctives. Or, et cela n'est nullement discuté, ces intersections sont le lieu de formation des arêtes et des côtes, auxquelles elles servent de direction. Ne peut-il pas en être de même chez les Vertébrés supérieurs, avec cette restriction que les formations squelettiques prenant naissance dans les coupures thoraciques ont seules de l'avenir et que les autres, sauf exceptions, sont destinées à un avortement certain? Il est à remarquer que le mode d'innervation des dif-

férentes régions musculaires, par sa métamérisation, vient encore fortifier notre thèse.

En résumé, cette explication concorde entièrement avec les faits et elle est applicable à tous les Vertébrés et à toutes les régions du corps. Elle admet pour les Vertébrés supérieurs comme pour les inférieurs un plan d'organisation semblable basé sur une coupure du corps en segments identiques.

PHYSIOLOGIE. — *Le graphique respiratoire chez le nouveau-né.* Note de MM. **L. Vallois** et **C. Fleig**, présentée par M. A. Bouchard.

Le tracé respiratoire du nouveau-né présente un certain nombre de caractères qui le différencient nettement du graphique obtenu chez l'adulte. Il est remarquable avant tout par son irrégularité qui est tout à fait physiologique et s'observe de façon constante non seulement à l'état de veille, mais aussi pendant le sommeil le plus calme, pour devenir extrême sous l'influence de certaines excitations qui chez l'adulte resteraient sans effet bien marqué.

Cette irrégularité se manifeste à la fois au point de vue de la fréquence, de l'amplitude et du rythme respiratoires. On comprend ainsi que les nombres donnés par les auteurs pour la fréquence respiratoire du nouveau-né soient si divergents, celle-ci étant très variable d'un instant à l'autre et très différente aussi suivant les individus. L'amplitude des diverses respirations successives subit aussi de fortes variations, beaucoup plus accentuées d'ailleurs sur les tracés pneumographiques que sur les tracés spirométriques. Le rythme est de même très irrégulier, la respiration est souvent interrompue par des arrêts en inspiration et surtout en expiration plus ou moins prolongés. Fréquemment le niveau général de la courbe, au lieu d'être parfaitement horizontal, comme chez l'adulte, présente une série d'ondulations de plus grande amplitude auxquelles se superposent les ondulations de chaque respiration isolée, ce qui indiquerait que le volume du thorax est soumis à des variations autres que celles dues à chaque respiration prise à part. Ces ondulations semblent relever de plusieurs causes : en se basant sur l'expérimentation animale, on peut faire une part à l'intervention des variations de la pression abdominale sous l'influence du péristaltisme gastro-intestinal; mais certaines observations nous permettent d'admettre aussi

l'existence d'autres causes dues à l'activité des centres respiratoires eux-mêmes.

Sur certains tracés de respiration ample, les lignes de l'inspiration et de l'expiration elles-mêmes, au lieu d'être régulières comme chez l'adulte, sont brisées par endroits par de petites dentelures qui donneraient l'impression d'un manque de synchronisme dans la contraction des divers muscles respiratoires. La comparaison des deux phases inspiratrice et expiratrice faite sur plusieurs respirations successives montre de grandes variations dans leur durée respective. En général l'inspiration est légèrement plus courte que l'expiration, quelquefois cependant le rapport est de sens inverse, mais souvent les deux phases sont d'égale durée. En somme, tandis que, chez l'adulte, le temps de l'inspiration est beaucoup plus court que celui de l'expiration, chez le nouveau-né, au contraire, la durée des deux phases a une tendance à s'égaliser qui se réalise plus ou moins complètement; cette tendance paraît d'autant plus marquée que la respiration devient plus rapide. La ligne d'expiration en outre diffère le plus souvent très nettement de celle de l'adulte en ce que son inclinaison sur la verticale reste à peu près constante pendant toute la durée de l'expiration : à sa terminaison elle a une direction qui n'est que très rarement voisine de celle d'un plateau.

L'enregistrement simultané de la respiration au niveau du thorax et au niveau de l'abdomen, soit à l'état de veille, soit pendant le sommeil, nous a montré l'existence chez le nouveau-né à la fois de la respiration thoracique et de la respiration abdominale, cette dernière étant de beaucoup prédominante. Les courbes thoracique et abdominale sont généralement de même sens, bien que le début de chaque phase respiratoire ne soit pas absolument synchrone pour les deux sortes de tracés; cependant, lorsque la respiration devient très énergique et agitée, il arrive que les courbes soient par moment de sens inverse.

Sur la plupart des graphiques respiratoires pris pendant une série de déglutitions, on observe, comme chez l'adulte, une inhibition momentanée de la respiration, mais certains tracés ne présentent cependant pas de modification apparente; l'association fonctionnelle du centre respiratoire et du centre de la déglutition doit donc ne s'établir chez certains individus que quelque temps après la naissance.

Le sexe n'exerce aucune influence sur le caractère du graphique respiratoire du nouveau-né. L'âge paraît intervenir dans une certaine mesure : les tracés obtenus chez les enfants nés avant terme sont peut-être un peu moins irréguliers que chez l'enfant à terme.

L'irrégularité respiratoire si prononcée chez le nouveau-né paraît avoir pour signification le manque d'habitude de cette fonction nouvelle qu'est à la naissance la respiration pulmonaire. C'est pour une raison de même genre que le cœur est arythmique chez tous les embryons et, en généralisant, on peut dire que toutes les fonctions à leur début s'accomplissent imparfaitement et doivent se perfectionner pour atteindre le stade adulte. L'irrégularité respiratoire s'explique par l'imperfection ou l'absence des actions régulatrices qui chez l'adulte président à l'entretien du rythme res-

piratoire : l'expérimentation chez les animaux à la naissance nous a permis d'observer une diminution d'excitabilité des fibres pulmonaires du vague, de quelque façon que ces fibres soient excitées (excitation électrique ou mécanique par aspiration ou insufflation pulmonaire, par compression thoracique); les réflexes respiratoires produits par excitation spécifique (pneumogastrique) ou par excitation banale (excitation des nerfs de la sensibilité générale) se produisent moins facilement chez le nouveau-né que chez l'adulte. Les centres respiratoires eux-mêmes nous ont paru avoir aussi une excitabilité diminuée (impossibilité de produire l'apnée, etc.); leur nombre est de plus moins grand que chez l'adulte (absence complète de fonctionnement des centres supra-bulbaires). Enfin, l'absence d'appareil d'arrêt des réflexes généraux signalée par Soltmann, et surtout l'imperfection de la fonction de coordination du centre respiratoire bulbaire vis-à-vis des autres centres respiratoires représentent d'autres facteurs qui doivent intervenir dans la production de l'irrégularité respiratoire.

Dans un travail qui sera publié ultérieurement, nous exposerons, avec tracés à l'appui, les détails des diverses observations et expériences que nous venons seulement de résumer ici.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la valeur alimentaire de différents pains.* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les hygiénistes déplorent la mode qui exige du pain de plus en plus blanc, pauvre en gluten et en acide phosphorique. Par réaction, on a préconisé le pain complet, contenant toute l'enveloppe du grain, mais A. Girard a conclu d'une expérience célèbre que « l'enveloppe doit être rejetée parce qu'elle ne possède qu'une valeur alimentaire insignifiante ». Dans cette expérience, il avait ingéré du son lessivé et privé de ses principes solubles; il avait avalé le son en nature, sans division préalable, ni mastication; il s'était préparé à cette expérience par un régime spécial dans lequel entraient des poudres de viande, gelées et bouillons. On peut objecter, en s'appuyant sur les recherches de Pawlow, que ses sucs digestifs n'étaient pas suffisamment adaptés à la digestion des matières végétales.

Végétarien depuis plus de trois ans, et suivant, en outre, depuis plusieurs semaines, un régime végétal, aussi exempt que possible de purines alimentaires et juste suffisant pour maintenir l'équilibre azoté, j'ai repris la question d'une autre façon.

Pendant une semaine, au moins, je consommais chaque jour 400g, en moyenne, du pain à étudier. Pendant toute la durée des expériences, les jours correspondants de chaque semaine tous les aliments, sauf le pain, étaient exactement les mêmes en nature et en poids. Les trois semaines sont donc comparables jour par jour et les courbes quotidiennes des différents résultats des analyses urinaires, que je ne puis malheureusement reproduire ici, sont sensiblement parallèles.

Mes expériences ont porté : 1° sur du pain blanc de farine de cylindres de première qualité; 2° sur du pain complet, contenant tout le grain, y compris le son et un peu de seigle (pain Kneipp); 3° sur du pain de munition fortement bis.

La composition de ces différents pains, obligeamment analysés par M. Moreau, rapportée au pain pesé frais, tel qu'il était consommé, était la suivante : Pain blanc, azote = 1,08 pour 100, $P^2O^5 = 0,175$ pour 100; pain complet : azote = 1,23 pour 100, $P^2O^5 = 0,582$ pour 100; pain de munition : azote = 1,23 pour 100, $P^2O^5 = 0,264$ pour 100 (moyenne de 6 analyses).

Dans les analyses urinaires ci-dessous j'ai évalué l'acidité à la phénolphtaléine en SO^4H^2. J'ai dosé en bloc les composés xantho-uriques par la méthode d'Haycraft-Denigès et l'acide urique seul par la méthode de Folin et Schaffer. Je donne seulement la *moyenne* quotidienne de chaque semaine.

Volume.	Densité.	Acidité.	Urée.	Xantho-uriques.	Acide Urique.	Cl.	P^2O^5.
			Semaine au pain blanc.				
1120 cm³	1016	1,29	13,91	0,54	0,34	7,41	1,68
			Semaine au pain complet.				
20	1018	1,49	12,06	0,62	0,35	7,07	2,07
			Semaine au pain de munition.				
1320	1013	1,41	14,39	0,47	0,21	4,79	2,01

400g de pain complet contenant 2g,328 d'acide phosphorique contre 0g,70 contenus dans la même quantité de pain blanc, on aurait dû trouver une augmentation de 1g,628 de P^2O^5 s'il était entièrement assimilable; or, on trouve seulement une différence de 0g,39, correspondant à peine au quart de l'excès d'acide phosphorique du pain complet sur le pain blanc! Comme le poids du corps a diminué de 600g pendant ce temps, on ne peut guère admettre que la différence ait été fixée dans l'organisme, à moins que ce ne soit à l'état de phosphates terreux peu solubles et inactifs, ce qui serait loin d'être un avantage!

Le pain de munition, bien que ne contenant que 1g,05 de P^2O^5 par 400g, donne un chiffre d'acide phosphorique presque aussi élevé que le pain complet qui en contient deux fois plus.

Si nous admettons que l'acide phosphorique du pain blanc est entièrement assimilé, en retranchant 0g,70, quantité contenue dans 400g de ce pain, de 1g,68, quantité

moyenne éliminée quotidiennement, il reste environ 1g par jour (0g,98) apporté par les autres aliments. Or, en retranchant 0g,98 des 2g,01 fournis par le pain de munition, il reste 1g,03 de P^2O^5 pour 400g de ce pain, ce qui correspond à une teneur de 0,257 pour 100, chiffre bien voisin de 0,264 pour 100, moyenne de 6 analyses de ce pain! L'acide phosphorique du pain de munition, comme celui du pain blanc, serait donc à peu près entièrement assimilable et représenterait presque toute la quantité *utilisable* contenue dans le grain de blé, puisque le pain complet n'en fournit guère davantage (0,015 pour 100 seulement de plus).

Le pain complet étant plus riche en azote que le pain blanc, nous aurions dû trouver de ce chef une augmentation d'urée de 1g,30; au lieu de cela, nous trouvons une *diminution* de 1g,85. Avec le pain de munition, dont la teneur en azote est la même que celle du pain complet, nous avons eu une *augmentation* de 0g,48 d'urée, chiffre inférieur à l'augmentation prévue.

Cette diminution de l'urée semble due à ce que le son exagère le péristaltisme de l'intestin et exerce une action laxative assez marquée pendant les quelques jours suivant la semaine d'expériences pour entraîner une perte de poids de 1kg. Ce n'est pas au seigle du pain Kneipp qu'est dû cet effet, car l'usage de pain de seigle pur, *sans son,* ne m'a jamais causé pareil inconvénient.

Pendant les semaines au pain blanc et au pain de munition, le poids s'était maintenu sensiblement constant tandis que, pendant la semaine au pain complet, j'ai perdu 600g.

Haig admet que le pain complet renferme 0,04 pour 100 de xanthines. Dans le cas actuel, si le pain complet semble n'avoir pas eu grande influence sur l'acide urique, il a augmenté le chiffre des composés xantho-uriques de 0,08 par rapport au pain blanc et de 0,15 par rapport au pain de munition. D'après les proportions indiquées par Haig, 400g contiendraient 0g,16 de xanthines.

L'acidité urinaire est aussi plus élevée qu'avec le pain blanc et le pain de munition.

	Pain blanc.	Pain de munition.	Pain complet.
Rapport $\frac{P^2O^5}{\text{Urée}}$	$\frac{1}{8,4}$	$\frac{1}{7,19}$	$\frac{1}{6}$
Rapport $\frac{\text{Xantho-urique}}{\text{Urée}}$ ...	$\frac{1}{26}$	$\frac{1}{31}$	$\frac{1}{20}$
Rapport $\frac{\text{Acide urique}}{\text{Urée}}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{68}$	$\frac{1}{34}$

En résumé, *en ce qui me concerne*, le pain complet n'offre aucun avantage sur le pain bis, il ne fournit pas sensiblement plus d'acide phosphorique assimilable et il abaisse le taux de l'urée au lieu de l'augmenter. Il a en outre l'inconvénient d'apporter une quantité sensible de purines, il irrite l'intestin et entrave l'assimilation des autres aliments.

Le pain bis, au contraire, donne des résultats supérieurs au pain blanc, sans avoir aucun des inconvénients du pain complet.

Mon expérience personnelle étant en contradiction formelle avec les affirmations de nombreux végétariens je souhaite qu'elle suscite des recherches précises qui permettront d'élucider la question.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 MAI 1905.

Les récents progrès de la Chimie, conférences faites au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne, sous la direction de M. A. HALLER, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Haller.)

Biologische Untersuchungen, von Prof. Dr GUSTAV RETZIUS; neue Folge, XII, mit 20 Tafeln. Stockholm et Iéna, 1905; 1 vol. in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Le opere di Galileo Galilei, edizione nazionale, vol. XV. Florence, 1904; 1 vol. in-4°.

Éléments de Physiologie, par F. LAULANIÉ; 2e édition, avec 356 figures intercalées dans le texte. Paris, Asselin et Houzeau, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Chauveau.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 1er mai 1905.)

Note de M. *Stéphane Leduc,* Variation de la pression osmotique dans le muscle par la contraction :

Page 1191, Tableau, *au lieu de* Muscles excités une fois par seconde pendant 2^{sec}, 4^{sec}, 6^{sec}, *lisez* 2^{min}, 4^{min}, 6^{min}.

Note de MM. *J. Ville* et *E. Derrien,* Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine :

Page 1196, ligne 21, *au lieu de* entre C et F, *lisez* entre B et F.

(Séance du 8 mai 1905.)

Note de M. *Ponsot*, Volume spécifique d'un fluide dans des espaces capillaires :

Page 1238, ligne 2, *au lieu de*

$$\mathcal{L} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial s} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x}\,\frac{\partial x}{\partial s},$$

lisez soit

$$L = \frac{\partial Q}{\partial s} = \frac{\partial Q}{\partial x}\,\frac{\partial x}{\partial s}.$$

Même page, ligne 3, *au lieu de* avec l'hypothèse $\frac{\partial V_1}{\partial T}$ indépendant de T,

$$\mathcal{L} = -T\frac{\partial A}{\partial T},$$

lisez avec l'hypothèse $\frac{\partial V_1}{\partial s}$ indépendant de T,

$$L = -T\frac{\partial A}{\partial T}.$$

Note de MM. *C. Vaney* et *F. Maignon*, Influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombyx mori* aux dernières périodes de son évolution....

Page 1281, ligne 1, pour le glycogène contenu dans les chrysalides femelles de 17 jours *au lieu de* $0^{g},069$, *lisez* $0^{g},089$.

Page 1283, ligne 3, *au lieu de* en faveur du glycogène aux dépens des graisses, *lisez* en faveur de la formation du glycogène aux dépens des graisses.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud,
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Cie. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Cie.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liege	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 21.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 22 mai 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

M. Yves Delage. — Nouvelles expériences de parthénogenèse expérimentale chez *Asterias* 1369
M. P. Duhem. — De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. Comparaison entre la théorie et l'expérience 1370
S. A. S. le Prince de Monaco. — Sur la campagne de la « Princesse-Alice » 1373
M. le Secrétaire perpétuel signale un Recueil de pièces manuscrites relatives aux cours professés à la Sorbonne par Lamé sur le « Calcul des probabilités » 1376
M. le Secrétaire perpétuel présente le Tome X des « Œuvres complètes de Christiaan Huygens » 1377
M. Chauveau fait hommage de l' « Exposé des Travaux de l'Association de l'Institut Marey en 1904 » 1378
S. A. S. le Prince de Monaco fait hommage du fascicule XXIX des résultats de ses campagnes scientifiques : « Mémoires océanographiques » (1re série), par *J. Thoulet*. 1378

CORRESPONDANCE.

M. Henri Lebesgue. — Sur une condition de convergence des séries de Fourier 1378
M. E. Vessiot. — Sur les courbes minima. 1381
MM. Adrien Jaquerod et Otto Scheuer. — Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1^{atm} et la détermination de leurs poids moléculaires 1384
M. Philippe-A. Guye. — Poids atomique de l'azote déduit du rapport des densités de l'azote et de l'oxygène 1386
M. H. Pélabon. — Sur la fusibilité des mélanges que le sulfure d'antimoine forme avec le sulfure cuivreux et le sulfure mercurique 1389
M. Philippe Landrieu. — Équilibre entre l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine 1392
Mlle P. Cernovodeanu et M. Victor Henri. — Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse (II) 1394
M. E Chablay. — Action des métaux ammoniums sur les alcools polyatomiques... 1396
M. R. Marquis. — Sur les acides benzhydroxamique et dibenzhydroxamique 1398
M. Ch. Schmitt. — Nouveau mode de préparation des éthers mésoxaliques. Leur condensation avec les éthers cyanacétiques. 1400
MM. R. Fosse et L. Lesage. — Basicité de l'oxygène pyranique. Sels doubles halogénés de quelques métaux et de dinaphtopyryle 1402
MM. J. Wolff et A. Fernbach. — De quelques circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon 1403
M. Ch. Porcher. — Recherches sur la lactase animale 1406
MM. G. Halphen et A. Riche. — Contribution à l'étude de teintures histologiques... 1408
M. L. Jecker. — Sur quelques minéraux du Djebel-Ressas (Tunisie) 1410
M. C. Houard. — Variation des caractères histologiques des feuilles dans les galles du *Juniperus Oxycedrus* L. du Midi de la France et de l'Algérie 1412
M. L. Gautier. — Sur la biologie du *Melampyrum pratense* 1414
M. G. André. — Sur les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation 1417
M. J. Chaine. — Observations sur les intersections tendineuses des muscles polygastriques 1419
MM. L. Vallois et C. Fleig. — Le graphique respiratoire chez le nouveau-né 1422
M. Pierre Fauvel. — Sur la valeur alimentaire de différents pains 1424
Bulletin bibliographique 1427
Errata 1427

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 22 (29 Mai 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Transmission précise de l'heure par le téléphone.* Note de M. E. Guyou.

A la suite d'un vœu exprimé par la Chambre syndicale de l'Horlogerie de Paris, l'Observatoire du Bureau des Longitudes s'est occupé de rechercher un procédé permettant d'utiliser, pour la transmission précise de l'heure, les facilités de communication que procure aujourd'hui le réseau téléphonique.

On peut évidemment transmettre l'heure soit par l'envoi d'un signal à un instant convenu, soit en énonçant verbalement les battements de la pendule. Mais ces procédés ne sont pas susceptibles d'une grande précision; et ce qu'il s'agissait d'obtenir c'est un moyen de transmission susceptible de fournir au destinataire les mêmes résultats que s'il se trouvait auprès de la pendule elle-même.

Ce desideratum a été réalisé par la transmission directe du bruit des battements de la pendule, au moyen d'un microphone spécial introduit dans la boîte de l'instrument, sans faire intervenir, bien entendu, aucun contact électrique susceptible d'en troubler le mouvement. L'expéditeur se borne à numéroter à la voix deux ou trois battements et le destinataire continue à compter à l'oreille.

Ce procédé essayé, dans le réseau parisien d'abord, puis dans le réseau général, a donné d'excellents résultats. L'heure a été transmise avec plein succès à Paris au Service des chronomètres de la Marine et à plusieurs horlogers de précision. Enfin, le 25 mai, le contre-torpilleur l'*Escopette*, actuellement à Brest, a pu régler ses chronomètres sur la pendule de l'Observa-

toire de Montsouris, et, le surlendemain, le Directeur de l'Observatoire de la Marine à Lorient, le lieutenant de vaisseau E. Perret, a pu comparer son heure à la nôtre. M. Perret, qui est très habile observateur, a pu ainsi constater qu'en tenant compte de la différence de longitude adoptée, elles étaient d'accord à $0^s,15$ près.

Ce mode de transmission de l'heure paraît appelé à rendre de très grands services à l'horlogerie et aux établissements scientifiques qui ont besoin de connaître l'heure avec précision, et cela, non seulement à Paris, mais encore dans toutes les localités reliées au réseau téléphonique. Les ports de guerre et de commerce pourraient se dispenser d'établir des observatoires astronomiques pour régler les chronomètres des navires en partance; il leur suffirait de posséder une pendule ou même un chronomètre et de régler de temps à autre cet instrument par le téléphone.

Il pourrait même être utilisé pour la détermination des longitudes; grâce à la transmission directe des battements, les observateurs des deux stations pourraient, en effet, noter les heures de leurs observations à une seule et même pendule.

L'Observatoire du Bureau des Longitudes, actuellement muni de quatre bonnes pendules, a organisé un service de comparaisons journalières analogue à celui qui est appliqué sur les navires en mer pour déduire d'un groupe de chronomètres l'heure de Paris nécessaire à la détermination des longitudes. De sorte que, actuellement, de tous les postes du réseau téléphonique, on peut obtenir l'heure moyenne de Paris avec toute la précision que peut réaliser un observatoire, muni de quatre bonnes pendules réglées astronomiquement toutes les fois que le temps le permet, et contrôlées l'une par l'autre dans l'intervalle des observations.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides cyanocamphacétique, cyanocampho-α-propionique, cyanocampho-α-isobutyrique et leurs principaux dérivés.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Couréménos.**

Des recherches antérieures [1] ont montré que, vis-à-vis les iodures alcooliques, les camphres cyanosodé et cyanopotassé se comportent

[1] A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 55; t. CXVIII, p. 690. — J. Minguin, *Ann. Chim. et Phys.*, 7e série, t. II, p. 393.

comme des corps énoliques et fournissent des éthers de la forme

$$C^8H^{14}\langle \begin{matrix} C - CN \\ \| \\ COR \end{matrix}.$$

Ces éthers, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, donnent naissance à des chlorures alcooliques et régénèrent le camphre cyané.

Quand, aux iodures alcooliques, on substitue les éthers monochloracétiques, α-monobromopropionique et α-bromoisobutyrique, on obtient également des combinaisons dans lesquelles le reste de la molécule acide se trouve uni à l'oxygène du cyanocamphre

$$C^8H^{14}\langle \begin{matrix} CCN \\ \| \\ CONa \end{matrix} + \overset{R'}{\overset{|}{C}}H^2Cl.CO^2R = C^8H^{14}\langle \begin{matrix} CCN \\ \| \\ CO\overset{R'}{\overset{/}{C}}H - CO^2R \end{matrix}.$$

Comme les alcoylcyanocamphres énoliques ces combinaisons se scindent sous l'influence de l'acide chlorhydrique en camphre cyané et vraisemblablement en les acides halogénés primitifs.

Cyanocamphacétate d'éthyle : $C^8H^{14}\langle \begin{matrix} C - CN \\ \| \\ COCH^2.CO^2C^2H^5 \end{matrix}$. — $35^g,4$ de camphre cyané dissous dans 200^g de xylène pur sont additionnés de 5^g de sodium en fil. Quand tout le métal a disparu on verse dans le ballon $24^g,4$ d'éther monochloracétique. Aucune réaction ne se produit à froid. On chauffe pendant 10 heures et, après refroidissement, le liquide est lavé avec de l'eau, puis épuisé par de la soude pour enlever les dernières traces de camphre cyané non entré en réaction. Après avoir été séchée sur du chlorure de calcium, la solution est rectifiée dans le vide de 15^{mm}. Au-dessous de 100° il passe du xylène et de l'éther monochloracétique non entré en réaction, puis le thermomètre monte rapidement à 170°. Entre 170° et 200° on recueille une huile jaunâtre que l'on soumet à une nouvelle rectification. On obtient finalement un liquide huileux distillant entre 190°-200° sous 15^{mm}, insoluble dans l'eau et les alcalis, soluble dans l'alcool, le chloroforme et le benzène et qui présente la composition et les propriétés du cyanocamphacétate d'éthyle.

Sa densité à 0° est égale à 1,09 et son pouvoir rotatoire spécifique

$$[\alpha]_D = +79°,44.$$

Traité à plusieurs reprises par de l'acide chlorhydrique concentré, cet éther se scinde en camphre cyané fondant à 127°-128° et probablement en acide monochloracétique qu'on n'a pas cherché à isoler.

Cyanocamphacétate de méthyle : $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} CCN \\ \parallel \\ COCH^2.CO^2CH^3 \end{array}\right.$. — En substituant, dans l'opération précédente, le chloracétate de méthyle au chloracétate d'éthyle, on obtient de même une huile jaune bouillant à 150°-156° sous 25^{mm} et qui, au bout de quelques mois, fournit des cristaux fondant à 67°.

Ce composé, dont le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D = +78°,10$, possède les mêmes propriétés chimiques que son homologue supérieur.

Ces deux éthers s'obtiennent avec des rendements meilleurs quand, au lieu d'employer les éthers chloracétiques, on se sert des dérivés iodacétiques. Tous deux, saponifiés avec de la potasse alcoolique, fournissent le même *acide cyanocamphacétique* $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} CCN \\ \parallel \\ CO - CH^2.CO^2H \end{array}\right.$. Cet acide, purifié par une série de cristallisations dans l'alcool, le benzène mélangé au chloroforme, le xylène, se présente sous la forme de cristaux fondant à 98°-99° et dont le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +113°,69$.

Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'éther, la ligroïne, le benzène, le chloroforme, peu soluble dans le xylène à froid, mais se dissolvant dans le même carbure bouillant.

Le *sel de potassium* $C^{13}H^{16}O^3NK$ se présente sous la forme de fines aiguilles blanches solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Le *sel de cuivre* $[C^{13}H^{16}O^3N]^2Cu$, obtenu par double décomposition entre le sel de potassium et l'acétate de cuivre, constitue une poudre amorphe d'un gris clair, insoluble dans l'eau, mais soluble dans le chloroforme et les alcools méthylique et éthylique.

Cyanocamphacétamide : $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C.CN \\ \parallel \\ COCH^2.CONH^2 \end{array}\right.$. — Obtenu en chauffant à 100°, en tube scellé, de l'éther cyanocamphacétique avec un excès d'une solution de NH^3 dans l'alcool absolu, ce corps se présente d'abord sous la forme d'une huile qui se solidifie au bout de quelques jours dans le dessiccateur à acide sulfurique. Cristallisé dans le benzène, il fond à 120° et possède le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +95°,73$.

Cyanocampho-α-propionates d'éthyle : $C^8H^{14}\left\langle \begin{array}{l} C.CN \\ \parallel \\ COCH - CO^2C^2H^5 \end{array}\right.$ (avec CH^3 sur CH). —

L'opération consistant à faire agir l'éther α-bromopropionique sur le camphre cyanosodé a été conduite comme celles qui ont abouti à la formation des éthers cyanocamphacétiques. Après avoir séparé par lavage le

camphre cyané non entré en réaction et, par distillation, le xylène et l'excès d'éther α bromé, on a recueilli vers 205°, sous 18^{mm}, une huile qui ne tarda pas à se prendre en masse. Ce produit, ne possédant pas de point de fusion fixe, tout en ayant la composition de l'éther cherché, fut soumis à une série de cristallisations qui permirent de le fractionner en deux corps, dont l'un fond à 49°, et l'autre à 74°,5.

L'analyse et la cryoscopie dans le benzène des deux combinaisons conduisirent à leur assigner, à toutes deux, la formule $C^{16}H^{23}O^{3}N$. L'une n'est donc pas le polymère de l'autre. Traitées par de l'acide chlorhydrique concentré, elles fournissent l'une et l'autre, et en quantité théorique, du camphre cyané.

Ces corps diffèrent toutefois entre eux par leur action, en solution alcoolique, sur la lumière polarisée.

Le *cyanocampho-α-propionate d'éthyle* fondant à 49° dévie à droite, $[\alpha]_D = +144°,08$, et cristallise en belles aiguilles. Il est en général plus soluble que son isomère gauche dans les dissolvants organiques, notamment dans l'alcool méthylique, qui se prête facilement à la séparation des deux corps.

Le *cyanocampho-α-propionate d'éthyle* fondant à 74°,5 dévie au contraire à gauche $[\alpha]_D = -33°,78$ et cristallise en tablettes blanches, solubles dans l'alcool, le chloroforme et le benzène.

Ces deux éthers ne sont donc que des isomères physiques et doivent leur isomérie à l'introduction dans leur molécule d'un nouvel atome de carbone asymétrique. L'éther α-bromopropionique $CH^3.CHBr.CO^2C^2H^5$ renferme en effet 1 atome de carbone répondant à ces conditions. Mais, préparé au moyen d'une molécule symétrique, il ne peut être que racémique. Si on le greffe sur un corps également asymétrique, mais actif, celui-ci, tout en se fixant sur le composé racémique, forme deux individualités distinctes, deux éthers cyanocampho-α-propioniques avec chacun des constituants actifs de l'éther α-bromopropionique, de la même manière que les bases actives, quinine, cinchonine, cinchonicine, forment en se combinant à l'acide racémique deux tartrates distincts.

Dans le camphre cyané nous avons donc un nouveau moyen de séparer certains racémiques en leurs composants actifs.

Cyanocampho-α-propionates de méthyle : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CCN \quad \diagup CH^3\\ \| \\ COCH - CO^2CH^3\end{array}\right.$. — Avec l'α-bromopropionate de méthyle, on obtient de même une huile qui cristallise. Du produit brut on peut également séparer, par une série de

cristallisations successives dans l'acool méthylique, le benzène et l'éther : 1° un éther droit fondant à 44° et de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +175°,44'$; 2° un éther gauche cristallisant dans le système clinorhombique (Wyrouboff), dont le point de fusion est 80°-81° et le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D = +41°,96'$; comme les deux homologues supérieurs, ces deux éthers fournissent du camphre cyané quand on les chauffe avec de l'acide chlorhydrique.

Acides cyanocampho-α-propioniques : $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CCN \\ \| \\ COCH\end{matrix}\right.\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ - CO^2H\end{matrix}$. — La saponification des éthers a été effectuée comme celle de l'éther cyanocampho-acétique, au moyen de la potasse alcoolique ou de l'éthylate de soude.

L'*éther droit* a fourni un acide droit fondant à 109° et possédant le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +93°,06'$.

Les sels d'ammonium, d'argent, de cuivre ont pour formules respectives $C^{14}H^{26}O^3N^2$, $C^{14}H^{22}O^3NAg$, $(C^{14}H^{22}O^3N)^2Cu$; seul le premier est cristallisé et soluble dans l'eau.

L'*éther gauche* a donné naissance à de l'acide cyanocampho-α-propionique également droit, fondant à 85°, et dont le pouvoir rotatoire $[\alpha] = +13°,43'$, c'est-à-dire inférieur à celui de son isomère.

Cet acide a fourni des sels d'ammonium, d'argent et de cuivre. Quand on traite les sels d'argent de l'acide droit, provenant de l'éther dextrogyre, et de l'acide également droit, mais de plus faible rotation, provenant de l'éther lévogyre, respectivement par de l'iodure d'éthyle, on régénère les deux éthers droit et gauche avec leur même pouvoir rotatoire et leur même point de fusion.

Cyanocampho-α-propionamides dérivées des éthers droit et gauche :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CCN \\ \| \\ COCH\left\langle\begin{matrix}CH^3 \\ CONH^2\end{matrix}\right.\end{matrix}\right..$$

— On chauffe en tube scellé, à 100°, pendant une journée, les éthers avec un excès d'alcool saturé d'ammoniaque. On évapore et l'on fait cristalliser dans l'alcool méthylique et l'acétone.

L'*amide dérivée de l'éther droit* cristallise en fines aiguilles fondant à 170°,5 et possédant le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +93°,02$.

L'*amide dérivée de l'éther gauche* se présente sous la forme de belles aiguilles blanches solubles dans le benzène, l'éther, la ligroïne et le

chloroforme. Elle fond à 183° et possède le pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = +75°,20.$$

Cyanocamphoisobutyrate d'éthyle : $C^8H^{14}\langle{}^{C\,CN}_{\overset{\Vert}{COC}}\langle{}^{(CH^3)^2}_{CO^2C^2H^5}$. — Cet éther a été préparé, comme ses homologues inférieurs, en chauffant au bain d'huile du camphre cyanosodé avec de l'éther α-bromoisobutyrique. Il se présente sous la forme d'une huile bouillant entre 220°-226° sous 18^{mm} et que l'acide chlorhydrique transforme en camphre cyané.

En résumé, ces recherches montrent : 1° que, vis-à-vis des éthers sels halogénés, le camphre cyanosodé se comporte comme une molécule énolique et donne naissance à des éthers complexes dans lesquels le groupement $C^8H^{14}\langle{}^{C\,CN}_{\overset{\Vert}{CO}}$ remplace l'élément halogène des éthers sels employés; 2° que ces nouveaux composés se laissent saponifier par la potasse alcoolique pour fournir les acides correspondants susceptibles de donner des sels et des amides, tandis que, sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré, ils se scindent en camphre cyané et probablement en éthers sels halogénés actifs; 3° que le camphre cyanosodé, molécule active, en se combinant avec un éther halogéné asymétrique et inactif par compensation, nous fournit un nouveau moyen de produire des isomères actifs et de séparer les racémiques en leurs deux composants.

Nous nous proposons d'appliquer cette réaction à d'autres molécules inactives renfermant des atomes de carbone asymétriques, et aussi de séparer les divers produits actifs provenant de la saponification au moyen des hydracides. Nous avons en particulier l'intention de produire ainsi des acides propioniques α halogénés actifs qui nous conduiront aux acides-alcools (lactiques) et amino-acides actifs.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Oscillations des locomotives sous l'action de diverses forces perturbatrices.* Mémoire de M. **Georges Marié**, présenté par M. Léauté. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du prix Montyon, Mécanique).

Il y a plus de 50 ans que l'on connaît l'influence perturbatrice de la force d'inertie des pièces oscillantes, et celle de la force centrifuge des pièces

tournantes des locomotives. Le Chatelier a montré comment l'on peut réduire l'effet de ces forces au moyen de contrepoids placés dans les roues motrices; il a étudié aussi l'influence des variations de la pression de la vapeur sur les pistons, et diverses oscillations de la locomotive pendant la durée d'une révolution des roues motrices. Yvon Villarceau et, dans ces dernières années, M. Nadal ont donné à ce sujet des théories plus mathématiques. D'autre part, M. Pochet et M. Nadal ont recherché les effets de la conicité des bandages.

Mais il reste à voir si la répétition périodique de ces perturbations est susceptible d'augmenter l'amplitude des oscillations dans une mesure telle qu'il puisse en résulter un déraillement.

Dans le présent Travail, je montre que ces perturbations ne donneraient lieu qu'à une oscillation minime si elles n'agissaient qu'une fois, mais qu'elles peuvent occasionner des oscillations successives augmentant jusqu'à une limite plus ou moins élevée, suivant l'intensité des frottements qui les amortissent; de plus, j'établis que l'amplitude maxima de ces oscillations augmente avec la vitesse, contrairement à ce que l'on croit habituellement.

Les oscillations de la locomotive sont occasionnées principalement par la force d'inertie des pièces oscillantes, par la force centrifuge des pièces tournantes et par l'influence de la conicité des bandages. Ces diverses causes tendent à donner à la locomotive une oscillation autour d'un axe vertical passant par le centre de gravité, une oscillation de translation horizontale, enfin des balancements autour des axes d'oscillations transversales et longitudinales dont j'ai montré l'existence. Pour les oscillations autour des axes, il est aisé d'évaluer la demi-force vive de rotation d'après les moments connus des impulsions des forces perturbatrices. Pour l'oscillation de translation, on opère de la même manière en considérant les quantités de mouvement et les impulsions au lieu de leurs moments. Cela posé, il reste à voir si ces oscillations, considérées isolément, peuvent devenir dangereuses.

Dans ce but, je recherche les conditions les plus défavorables du synchronisme entre la durée d'une révolution des roues motrices et la durée d'une oscillation complète de la machine. Le synchronisme simple ne se présente que pour les vitesses faibles. Pour les très grandes vitesses, il peut exister trois révolutions des roues motrices pendant une oscillation complète; en général, les cas de synchronisme avec multiples impairs sont les plus défavorables. L'amplitude des oscillations augmentera jusqu'à ce que le travail du frottement du déplacement latéral du boggie, des lames de ressorts, etc., pendant l'oscillation simple, soit au moins égal à la demi-force vive due à l'impulsion des forces perturbatrices. Cette méthode ne constitue pas une théorie mathématique des oscillations successives dues à toutes les perturbations réunies; mais elle donne, pour chaque nature d'oscillations, la valeur des frottements qui limitent l'amplitude maxima dans une mesure suffisante pour éviter tout danger.

On s'est demandé si les roues, par leur action gyroscopique, pouvaient

opposer une résistance efficace à leur soulèvement; je montre qu'il n'en est rien.

Le calcul prouve que les locomotives actuelles de trains rapides, à quatre cylindres et munies de boggies à déplacement latéral avec frottements, ne sont généralement pas sujettes à des oscillations assez fortes pour entraîner par elles-mêmes des déraillements, même aux plus grandes vitesses; mais il faut éviter de trop diminuer les frottements.

On peut même augmenter encore notablement les vitesses, sans inconvénient à ce point de vue; mais il y a lieu de surveiller la voie pour s'assurer que les efforts latéraux des locomotives, qui augmentent avec la vitesse, ne donnent pas à la longue des déplacements horizontaux des rails, ce qui pourrait occasionner des déraillements.

Enfin, pour fixer la limite de la vitesse, il convient d'examiner la superposition de toutes les causes d'oscillations que j'ai étudiées.

Les conclusions auxquelles je suis conduit sont les suivantes : 1° il faut diminuer le plus possible les oscillations en agissant sur les causes qui les produisent; 2° il faut donner au matériel de la souplesse dans tous les sens, avec frottements partout suffisants, pour amortir rapidement les oscillations que l'on ne peut éviter.

CORRESPONDANCE.

M. **Louis Henry**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance les Ouvrages suivants :

1° *The norwegian north polar expedition*, 1893-1896 : *Scientific results* edited by Fridtjof Nansen (Volume VI).

2° *Le four électrique. Son origine, ses transformations et ses applications. Forces naturelles. Électrométallurgie. Chimie par voie sèche*, par Adolphe Minet (Premier fascicule).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues algébriques de Laguerre.* Note de M. **R. de Montessus de Ballore**, présentée par M. Appell.

1. J'ai montré récemment [1] comment on pouvait déduire des indications de Laguerre un développement en fraction continue de la fonction $Z_1(z)$ vérifiant l'équation différentielle

$$(1)\quad \begin{cases} (az+b)(cz+d)\dfrac{dZ_1(z)}{dz} \\ \quad = (pz+q)Z_1(z) + g_0 + g_1 z + g_2 z^2 + \ldots + g_l z^l \end{cases} \qquad (l \neq \infty);$$

Z_1 est la somme d'un polynôme, facile à calculer, et d'une fonction $Z(z)$ vérifiant l'équation différentielle

$$(az+b)(cz+d)\frac{dZ(z)}{dz} = (pz+q)Z + s$$

où a, b, c, d, p, q, s sont des constantes.

Pour diverses raisons, le cas le plus intéressant est celui de $p=0$. Je supposerai cette condition réalisée.

2. Je vais montrer que le développement en fraction continue auquel je fais allusion représente la fonction pour toute valeur de z le rendant convergent, c'est-à-dire en dehors du segment de droite joignant les points d'affixes $-\frac{b}{a}$, $-\frac{d}{c}$.

Je partirai de la relation (1) et de celle-ci

$$(2)\quad \begin{cases} (az+b)(cz+d)\dfrac{d}{dz}\dfrac{U_n}{V_n} - q\dfrac{U_n}{V_n} - (g_0 + g_1 z + \ldots + g_l z^l) \\ \quad = \left(\dfrac{U_n}{V_n} - \dfrac{U_{n+1}}{V_{n+1}}\right)\dfrac{V_{n+1}}{V_n}, \end{cases}$$

obtenue au paragraphe 29 du Mémoire précédemment cité, où $\frac{U_n}{V_n}$ désigne la réduite du rang n du développement. On sait en outre que

$$(3)\qquad Z(z) - \frac{U_n}{V_n} = \frac{\lambda_1}{z^{2n+1}} + \frac{\lambda_2}{z^{2n+2}} + \frac{\lambda_3}{z^{2n+3}} + \ldots = \left(\frac{1}{z^{2n+1}}\right).$$

---

[1] *Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, 1905, et *Thèse de Doctorat*.

Posant

$$Z(z) - \frac{U_n}{V_n} = W_n(z) \quad \text{et} \quad \lim_{n=\infty} W_n(z) = W(z),$$

les relations (1) et (2) donnent

$$(4) \quad (az+b)(cz+d)\frac{dW(z)}{dz} - W = 0, \qquad W = C(az+b)^{a_1}(cz+d)^{b_1}.$$

Pour $z=\infty$, $Z(z)$, qu'on suppose expressément développable en série,

$$s_0 + \frac{s_1}{z} + \frac{s_2}{z^2} + \frac{s_3}{z^3} + \ldots,$$

tend vers s_0 et il est facile de s'assurer qu'il en est de même de $\frac{U_n}{V_n}$; $W(\infty)$ doit donc être nul, ce qui nécessite

$$C = 0 \quad \text{et} \quad W = 0.$$

3. Les polynomes U_n, V_n sont définis par la loi de récurrence

$$U_{n+1} - (2n+1)(Pz+Q)U_n + (n^2R^2 - \omega^2)U_{n-1} = 0,$$
$$V_{n+1} - (2n+1)(Pz+Q)V_n + (n^2R^2 - \omega^2)V_{n-1} = 0,$$
$$P = ac, \qquad 2Q = ad+bc, \qquad 2R = ad-bc, \qquad 2\omega = q, \qquad p = 0.$$

De plus,

$$(az+b)(cz+d)\frac{d}{dz}V_n = [n(Pz+Q) - \omega]V_n - (n^2R^2 - \omega^2)V_{n-1}.$$

Supposons a, b, c, d, q *réels* et, pour fixer les idées, $ac < 0$. Soit ν le plus petit entier positif vérifiant les relations

$$0 < \nu - 1 < \left|\frac{\omega}{R}\right| < \nu :$$

la suite

$$V_{\nu-1}, \quad V_{\nu-2}, \quad V_{\nu-3}, \quad \ldots, \quad V_1, \quad V_0$$

a les propriétés d'une suite de Sturm, et l'on conclut de son examen que l'équation

$$V_{\nu-1} = 0$$

n'a pas de racines réelles dans l'intervalle $-\frac{b}{a}$, $-\frac{d}{c}$.

Dans ces conditions, *la suite*

$$V_n, \quad -V_{n-1}, \quad V_{n-2}, \quad -V_{n-3}, \quad \ldots, \quad \pm V_\nu, \quad \pm V_{\nu-1} \qquad (n > \nu - 1)$$

est elle-même une suite de Sturm, ce qui permet de montrer que l'équation

$$V_n = 0 \qquad (n > \nu - 1)$$

a $n - \nu + 1$ *racines réelles dans l'intervalle* $-\frac{b}{a}, -\frac{d}{c}$.

On voit ainsi que chacun des polynomes V_n s'annule d'autant plus souvent sur le segment $-\frac{b}{a}, -\frac{d}{c}$ que son indice n est plus élevé.

J'ai montré dans le Mémoire cité qu'en tous les points du plan de la variable z, *sauf peut-être le segment* $-\frac{b}{a}, -\frac{d}{c}$, la suite des réduites convergeait. La remarque que je viens de faire, jointe à celle-ci : *les racines de* V_n *situées sur le segment* $-\frac{b}{a}, -\frac{d}{c}$ *séparent les racines de* V_{n-1} *situées sur le même segment*, et à quelques autres, permet d'affirmer que sur le segment en question la suite des réduites est divergente.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du type elliptique.* Note de M. S. **Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous nous proposons dans cette Note de généraliser une proposition relative aux fonctions harmoniques découverte par M. Schwarz.

Le théorème que nous avons démontré est le suivant :

Théorème. — *Soit* z *une solution de l'équation*

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = f\left(x, y, z \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y}\right),$$

où f *est une fonction analytique quelconque; si, sur un contour analytique fermé* C, z *se réduit à une fonction analytique de l'arc, si, de plus, elle est finie ainsi que ses dérivées des deux premiers ordres à l'intérieur de* C *et sur* C, *elle peut être prolongée analytiquement à l'extérieur de* C.

Pour établir cette proposition, j'ai eu recours au calcul des limites de Cauchy, après avoir remarqué que l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y} = F(x, y)$$

entraîne les inégalités, telles que

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right)_R < \lambda [F(x, y)]_R,$$

où u est la solution de l'équation (2) qui s'annule sur la circonférence de rayon R, le symbole $(\ )_R$ désignant le maximum (pour $\sqrt{x^2+y^2} \leqq R$) de la série des modules des coefficients du développement trigonométrique correspondant.

2. Il y a un cas particulièrement intéressant. C'est celui où f est un polynome du second degré par rapport à $\frac{\partial z}{\partial x}$ et $\frac{\partial z}{\partial y}$ avec $\frac{\partial f}{\partial z} > 0$ et où l'on sait *a priori* que l'équation (1) admet au moins une solution régulière pour toute valeur finie de x et y (par exemple $z = 0$). J'ai montré, dans une Note [1] antérieure, que dans ces conditions le problème de Dirichlet admet toujours une solution. Or la démonstration s'appuie essentiellement sur la possibilité de limiter supérieurement les dérivées des deux premiers ordres de z à l'intérieur d'une circonférence C, ainsi que sur la circonférence elle-même, lorsqu'on connaît les deux dérivées premières de z par rapport à l'arc de cette circonférence. Par conséquent, dans ce cas notre théorème se réduit simplement à ceci :

Une surface satisfaisant à l'équation (1) *ne peut pas avoir de bords naturels analytiques.*

Ce cas présente d'ailleurs d'autres analogies avec les fonctions harmoniques sur lesquelles j'aurai encore l'occasion de revenir.

3. Si à la place de l'équation (1) nous considérons l'équation

$$A\frac{d^2z}{dx^2} + 2B\frac{d^2z}{dx\,dy} + C\frac{d^2z}{dy^2} = D \qquad (AC - B^2 > 0), \tag{3}$$

où A, B, C, D sont des fonctions analytiques de x, y, z, $\frac{dz}{dx}$, $\frac{dz}{dy}$, *notre théorème subsiste encore*. Seulement, si l'on veut se débarrasser de l'hypothèse parasite de l'existence des dérivées troisièmes, on est obligé de compléter en quelques points la théorie des équations linéaires à coefficients non analytiques.

J'ai commencé cette étude par l'examen de l'équation (2) dans laquelle $F(x, y)$, au lieu d'être supposée finie, est comparable à $\frac{M}{\left(1-\frac{\rho}{R}\right)^\alpha}$, où $\alpha < 2$. On constate que ce cas ne se distingue pas essentiellement de celui où $\alpha = 0$. Une première application que j'ai faite de cette étude est la démonstration que toutes les solutions de l'équation (3) admettant *des*

---

[1] 24 octobre 1904. Dans cette Note j'avais fait une hypothèse supplémentaire dont je suis parvenu à me débarrasser.

dérivées finies des deux premiers ordres sont analytiques. Je rappelle que dans ma Thèse j'ai été obligé d'admettre l'existence des dérivées troisièmes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interpolation des fonctions continues par des polynomes.* Note de M. MARTIN KRAUSE, présentée par M. Emile Picard.

Le but de cette Note est de construire effectivement les polynomes $P_{pq}(x)$ que M. Borel définit dans ses *Leçons sur les fonctions de variables réelles et les développements en séries de polynomes*, page 80.

Au lieu d'une fonction $f(x)$ définie et continue entre 0 et 1, considérée par M. Borel, choisissons une fonction définie et continue entre 0 et π, et posons

$$\Pi_q = \frac{1}{\pi}\sum_{p=0}^{p=q} f\left(\frac{p\pi}{q}\right) P_{pq}(x).$$

Introduisons les fonctions $\varphi_{pq}(x)$ continues entre 0 et π qui sont définies par les égalités suivantes (en supposant $p \leqq q$) :

$$\varphi_{pq}(x) = 0 \qquad \text{pour} \quad 0 \leqq x \leqq \frac{p-1}{q}\pi \quad \text{et pour} \quad x \geqq \frac{p+1}{q}\pi,$$

$$\varphi_{pq}(x) = \quad qx - (p-1)\pi \qquad \text{pour} \quad \frac{p-1}{q}\pi \leqq x \leqq \frac{p}{q}\pi,$$

$$\varphi_{pq}(x) = -qx + (p+1)\pi \qquad \text{pour} \quad \frac{p\pi}{q} \leqq x \leqq \frac{p+1}{q}\pi.$$

Alors on peut trouver une suite finie de Fourier $\Phi_{pq}(x)$, telle que la fonction $\varphi_{pq}(x)$ puisse être représentée par $\Phi_{pq}(x)$ pour toute valeur de x entre 0 et π, avec l'approximation donnée à l'avance $\frac{3}{q^2}$. (Voir PICARD, *Traité d'Analyse*, t. I, p. 257).

La fonction cherchée s'écrit

$$\Phi_{pq}(x) = \frac{\pi}{q} + \frac{2q}{\pi}\sum_{1}^{l-1} \alpha_r \frac{\cos rx}{r^2},$$

où l'on a posé

$$\alpha_r = -\cos\frac{(p+1)r\pi}{q} + 2\cos\frac{pr\pi}{q} - \cos\frac{(p-1)r\pi}{q},$$

et où l'on peut choisir pour l la valeur q^3.

Alors on peut trouver un nombre m, par exemple $m = (2q)^3$, tel que le polynome

$$F_{pq}(x) = A_0 - A_2 \frac{x^2}{1.2} + A_4 \frac{x^4}{4!} - \ldots \pm A_{2m} \frac{x^{2m}}{2m!},$$

avec

$$A_0 = \frac{\pi}{2q} + \frac{2q}{\pi} \sum_1^{l-1} \frac{\alpha_r}{r^2}, \qquad A_{2\mu} = \frac{2q}{\pi} \sum_1^{l-1} \alpha_r r^{2\mu-2},$$

représente la fonction $\varphi_{pq}(x)$ avec l'approximation donnée à l'avance $\frac{4}{q^2}$, ou aussi que le polynome

$$P_{pq}(x) = - A_2 \frac{x^2}{1.2} + A_4 \frac{x^4}{4!} - \ldots \pm A_{2m} \frac{x^{2m}}{2m!}$$

représente la même fonction $\varphi_{pq}(x)$ avec l'approximation $\frac{7}{q^2}$.

Les constantes $A_{2\mu+2}$ s'écrivent

$$\frac{2q}{\pi} \sum_1^{l-1} \left[-\cos\frac{(p+1)r\pi}{q} + 2\cos\frac{pr\pi}{q} - \cos\frac{(p-1)r\pi}{q} \right] r^{2\mu}$$

et conduisent aux sommes de la forme

$$S = \cos u . 1^{2\mu} + \cos 2u . 2^{2\mu} + \ldots + \cos(l-1)u(l-1)^{2\mu},$$

que j'ai traitée dans mon travail : *Zur Theorie der ultra-bernoullischen Zahlen und Functionen* (*Berichte der Leipziger Gesellschaft der Wissenschaften*, 1902).

Il s'ensuit la représentation (p. 169)

$$S = \frac{1}{2} \left[\cos lu \, B''_{2\mu}\left(l, \frac{u}{2}\right) + i \sin lu \, B'_{2\mu}\left(l, \frac{u}{2}\right) \right],$$

ou aussi, pour $l = q^3$, $u = \frac{s\pi}{q}$:

$$S = \frac{1}{2} \cos sq\pi \, B''_{2\mu}\left(q^3, \frac{s\pi}{2q}\right).$$

Les fonctions $B''_{2\mu}(z, u)$ sont définies par l'équation

$$B''_{2\mu}(z, u) = e^{-z\nu} \frac{d^{2\mu}}{dy^{2\mu}} \left(\frac{e^{z(y+\nu)}}{e^{y+\nu} - 1} \right)_{y=0} + e^{z\nu} \frac{d^{2\mu}}{dy^{2\mu}} \left(\frac{e^{z(y-\nu)}}{e^{y-\nu} - 1} \right)_{y=0},$$

$$\nu = 2iu,$$

ou aussi par

$$B''_{2\mu}(z, u) = 2c[(2\mu)_1 b_{2\mu-1} z + (2\mu)_3 b_{2\mu-3} z^3 + \ldots (2\mu)_1 b_1 z^{2\mu-1}] - z^{2\mu},$$

où l'on a posé

$$cb_{2r+1} = (-1)^{r+1} \left(\frac{1}{2}\right)^{2r+2} \frac{d^{2r+1} \cot u}{du^{2r+1}}.$$

Nous aurons donc pour $A_{2\mu+2}$ l'expression

$$\frac{q}{\pi} \cos pq\pi \Big\{ -\cos q\pi \, B''_{2\mu}\left[q^3, \frac{(p+1)\pi}{2q}\right] + 2B''_{2\mu}\left(q^3, \frac{p\pi}{2q}\right) - \cos q\pi \, B''_{2\mu}\left[q^3, \frac{(p-1)\pi}{2q}\right]\Big\}.$$

(Voir aussi Volterra, *Rendiconti del Circolo mat. di Palermo,* 1897, et Lerch, *Acta mat.*, t. XXVII.)

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Fabrication électrolytique de fils métalliques très fins.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

J'ai employé un mode opératoire assez voisin du procédé de fabrication des fils de platine dits à la *Wollaston,* et qui est bien connu.

Le fil dont on veut diminuer la section est pris comme électrode positive dans une électrolyse; on mesure de temps en temps sa résistance électrique, et l'on arrête le courant quand la section du fil a atteint la valeur voulue.

Le courant est amené à la fois aux deux bouts du fil par des tiges métalliques auxquelles le fil a été soudé. On a soin que ces tiges ne plongent pas dans le bain électrolytique pour éviter la formation de couples locaux. Le fil pend librement en dessous de ces tiges, et il est maintenu dans le bain par deux crochets de verre auxquels on donne une forme en col de cygne, afin que, lorsque l'on retirera le fil, il ne se produise pas de lame liquide dont la tension superficielle pourrait amener la rupture du fil.

L'expérience se fait commodément dans une cuvette photographique en porcelaine où le fil est très visible. Le fil, les tiges métalliques et les crochets de verre sont fixés sur un support en ébonite dont la forme est facile à concevoir.

Le bain doit être très dilué, afin que sa résistivité soit très grande, et que, par conséquent, le courant se distribue uniformément sur toute la longueur du fil sans qu'il soit besoin de donner aux deux électrodes une position relative rigoureusement définie. Presque toute la résistance du liquide se trouve en effet au voisinage immédiat du fil fin.

On peut employer, comme bain, de l'eau distillée contenant quelques millièmes de son poids de sulfate de cuivre, pour le traitement des fils de cuivre, ou bien une quantité analogue de nitrate d'argent pour le traitement des fils d'argent.

L'opération doit être conduite très lentement, afin que le sel métallique qui se forme autour du fil ait le temps de se diffuser dans le bain. Faute de cette précaution, le régime de l'électrolyse devient instable. Là où, par hasard, le courant aura été trop fort, il se sera formé un excès de sel; le bain y est donc devenu trop conducteur, le courant y augmente, et le fil est bientôt coupé. Si on laisse, au contraire, assez de temps au sel formé pour qu'il puisse se diffuser dans le bain, le régime de l'électrolyse est stable. Ce sont, en effet, les parties les plus épaisses du fil qui sont rongées de préférence, puisque c'est au voisinage de ces points que la résistance de la couche liquide voisine est la plus faible.

Les intensités de courant qui conviennent sont de l'ordre du centième d'ampère par centimètre carré de surface de fil. On diminue l'intensité à mesure que le fil devient plus fin : la fabrication d'un bon fil peut durer une demi-heure.

Voici deux exemples de résultats *très faciles à obtenir* et qui sont loin d'être à la limite de ce que l'on peut faire :

Nous caractériserons chaque fil par le couple nécessaire pour en tordre une longueur de 1^{cm} d'un angle de $\frac{1}{2000}$ de radian, qui correspondrait à une déviation de 1^{mm} à 1^{m}.

1° Fil de cuivre rond, diamètre initial 21^{μ}. Le traitement électrolytique a été continué jusqu'à ce que sa résistance fût devenue 4,5 fois plus grande :

Valeur du couple avant traitement	0,000 60 dyne-centimètre
Valeur du couple après traitement	0,000 03 dyne-centimètre

2° Fil plat en bronze phosphoreux ayant près de $\frac{2}{10}$ de millimètre de large sur un peu plus de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur. Le traitement électrolytique a été continué jusqu'à ce que sa résistance fût devenue 12 fois plus forte :

Valeur du couple avant traitement	0,008 dyne-centimètre
Valeur du couple après traitement	0,000 06 dyne-centimètre

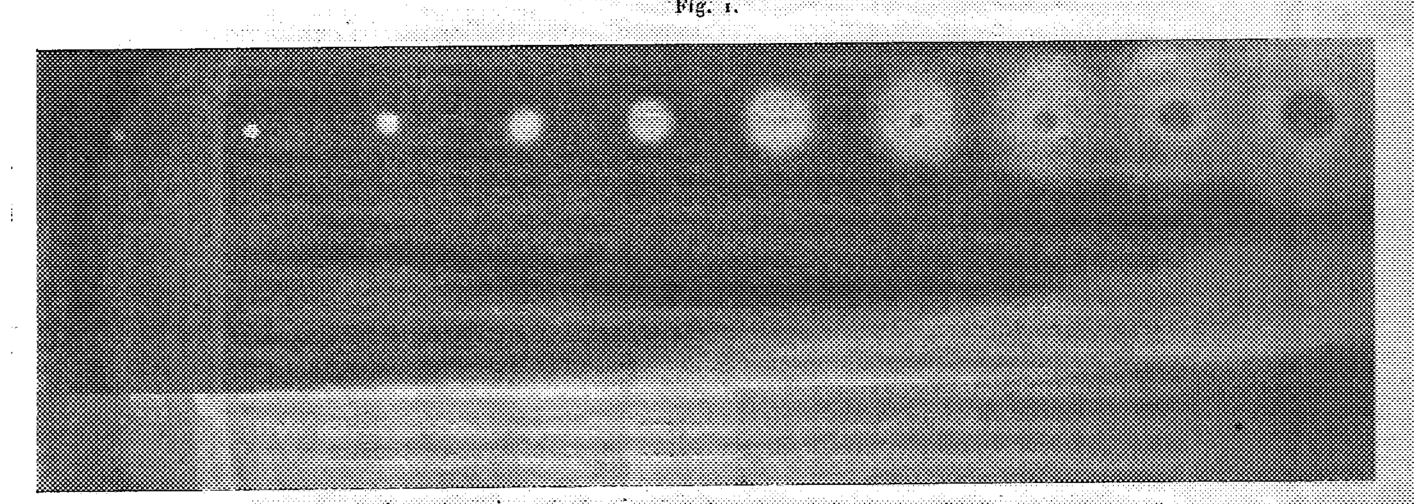
J'ajouterai encore que les fils traités avec les précautions indiquées conservent une homogénéité suffisante pour qu'on puisse calculer approximativement leur nouvelle charge de rupture tout simplement en divisant leur charge de rupture ancienne par le rapport de leur résistance électrique actuelle et de leur résistance électrique initiale.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur l'irradiation tangentielle.* Note de M. A. GUÉBHARD, présentée par M. Lippmann.

En attribuant comme origine aux phénomènes inexpliqués du silhouettage photographique l'irradiation tangentielle (¹), de même que sir W. Abney avait attribué à l'irradiation normale les auréolements dits de *halo* (²), j'ai peut-être insuffisamment fait ressortir l'importance que peuvent prendre les premiers, même séparés, autant qu'il est possible (³) des seconds, comme on y arrive en opérant sur pellicule mince ou sur papier.

La figure 1 reproduit en *fac-simile* à peine réduit le photogramme ou épreuve positive (négatif du négatif original) de deux portions réunies de

Fig. 1.



phototypes (vitroses Lumière) demeurés exposés pendant toute la journée du 8 avril 1905, à la lumière directe d'un ciel très clair, à Saint-Vallier-de-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 13 mars 1905, p. 715.

(²) Cap. ABNEY, *On photographic irradiation*, *Philos. Magaz.*, 4ᵉ série, t. L, 1875, p. 46-52.

(³) Séparation qui est peut-être une cumulation, car, en supposant même que le substratum de la couche sensible absorbe une quotité notable de l'énergie lumineuse, il est certain que sa surface renvoie par irradiation diffuse une bonne part de ce qu'on l'empêche de renvoyer par réflexion et réfraction. Quant à ces deux dernières elles sont encore notables avec les vitroses et c'est à elles que sont dues les apparences de triple maximum et minimum de la zone de silhouettage.

Thiey (Alpes-Maritimes; altitude 720^{m}) sous une cache graduée translucide de o à n épaisseurs de papier blanc écolier, du poids de 0^{g},69 au décimètre carré, dont ils étaient en partie séparés par une cache opaque en papier émail noir, fenêtrée de trous circulaires d'un peu moins de 2^{mm} de diamètre. Développement d'une heure, en dilution décimale de métoquinone.

Le bord inférieur de la figure montre, de gauche à droite, l'échelle des lumières montante jusqu'à un certain maximum, puis descendante, et encore remontante sur la bande exposée à nu [1], conformément à la figuration que nous avons récemment donnée de la fonction photographique [2]. Sur la partie protégée par la cache noire, ce qui frappe le plus, c'est moins l'empiétement considérable des phénomènes d'irradiation et les transformations prévues du silhouettage résultant, du noir au blanc [2], que la grande différence de leur extension à partir des circonférences ou des bords droits : différence facile à comprendre, puisque la même énergie qui s'épand dans un cas sur un rectangle s'étale en éventail dans l'autre, sur une portion de zone élémentaire, et ne devrait, dans l'hypothèse d'une répartition uniforme, y atteindre qu'à une distance égale à $r\left(\sqrt{1+\frac{2y}{r}}-1\right)$, si r est le diamètre de l'ouverture circulaire et y la distance d'irradiation à partir du bord droit : formule sensiblement vérifiée par la figure 1 [3].

Mais de là résulte aussi l'impossibilité d'appliquer au calcul des distances une simple loi d'émission unicentrale [4], ainsi que l'avait fait Abney, qui après avoir été conduit, par les figures 2 et 3, à une équation de la forme $I' = I\frac{r^2 t}{(t^2+x^2)^{\frac{3}{4}}}$, la même pour l'une et l'autre irradiation, ne put jamais obtenir, pour l'irradiation tangentielle, les excellentes vérifications expérimentales de l'irradiation vitreuse. C'est que l'autre opère certainement sur le sel sensible d'une manière très différente de celle qu'on a coutume d'attri-

---

(1) Nous avons, depuis lors, malgré des circonstances météorologiques défavorables, obtenu des réascensions bien plus complètes, mais sans arriver encore à dépasser franchement le second maximum.

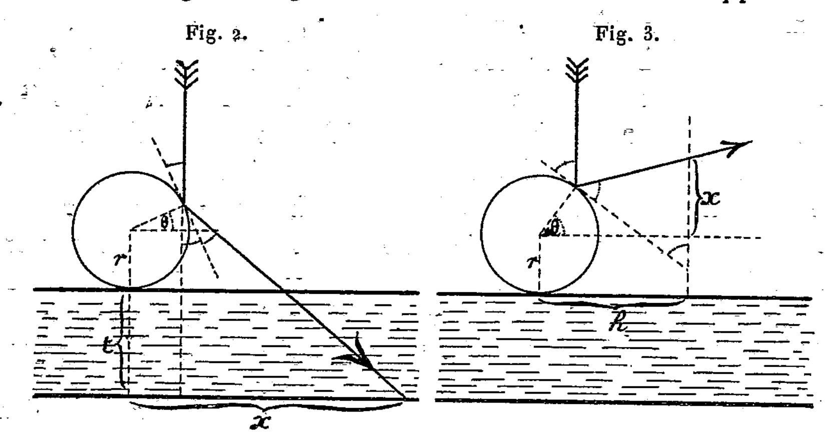
(2) *Comptes rendus*, t. CXL, 15 mai 1905, p. 1334.

(3) Et aussi grossièrement par d'autres où, sans faire varier l'intensité d'éclairement, nous avons observé les variations de x en fonction de r.

(4) Il semble qu'il y aurait lieu surtout de tenir compte, pour la marche des rayons, des rencontres de molécules transformées en centres secondaires et de la distance à laquelle, en supposant une distribution hexagonale des particules opaques, l'ensemble des parallaxes fermerait le cercle à l'irradiation. Les dimensions des molécules solides ne sont pas du tout négligeables par rapport à leurs distances, non plus que les réflexions multiples à l'intérieur de la couche sensible.

buer à la lumière. S'agissant de celle-ci, chacun penserait que deux rayons tombés sur un grain de bromure y devraient superposer toujours leurs actions, quelle que fût leur direction; or, vaguement sur la figure 1, mais très nettement sur beaucoup d'autres faites dans ce but spécial, on distingue, à la rencontre des champs d'irradiation, une *répulsion* caractérisée. La bissectrice d'un angle est ligne neutre. Deux cercles en se rapprochant, au

Fig. 2. Fig. 3.



lieu de se fondre en courbes lemniscatiques, se dépriment : non pas tout à fait (du moins n'ai-je pu encore l'observer) suivant la formule potentielle des forces centrales en raison inverse du carré de la distance, mais très nettement, avec une ligne minimale intermédiaire. Serait-ce donc que l'énergie irradiante serait de la nature des radiations électriquement polarisées, portant en elles une cause de répulsion réciproque? Ou bien serait-ce que deux actions arrivées en ligne droite sur le glomérule, mais en sens opposés, s'annuleraient? Malgré l'attrait de la première hypothèse, un détail d'observation semble corroborer la seconde. Lorsqu'on examine à la loupe une irradiation centrale, on la voit formée de vraies émissions rectilignes, mais non de rayons continus : d'une série de points très noirs, suivis excentriquement d'une sorte d'ombre lumineuse, projetée en pointe effilée, comme si l'effet photographique de la force irradiante ne se produisait qu'au delà du point de choc, par une projection matérielle de particules détachées des orbes moléculaires, ou par la simple élongation de ceux-ci. On concevrait alors que deux chocs contraires, mais ne dépassant pas la limite de compressibilité du microcosme atomique, s'annulassent purement et simplement. Les deux hypothèses, mécanique et électrique, ne sont, d'ailleurs, point exclusives l'une de l'autre, ni même de celle des forces centrales à potentiel, et leur importance, qui dépasse de beaucoup la simple théorie de l'acte photographique, justifiera certes des observations nou-

velles. Les deux hypothèses ne sont pas absolument exclusives l'une de l'autre, ni même de celle d'une force centrale à potentiel. Et si tel est le mode d'action de la lumière à l'intérieur de la gélatine, qui oserait affirmer qu'il n'en soit pas de même à la surface? La question dépasse tant la portée du simple acte photographique qu'elle justifiera, certes, des observations nouvelles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore*. Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

Le sulfure de phosphore industriel est employé depuis quelques années par les manufactures nationales de l'État français à la place du phosphore blanc dans la fabrication des allumettes ordinaires s'enflammant partout.

Depuis l'adoption de ce produit la nécrose phosphorée semble avoir disparu des manufactures françaises.

Pour que ce résultat s'obtienne d'une manière constante, il est essentiel que le sulfure de phosphore employé soit exempt de phosphore blanc libre.

Par suite, la recherche du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore industriel, et par extension dans le phosphore rouge, constitue un problème analytique important pour l'hygiène des manufactures : mes recherches ont eu pour but de résoudre ce problème.

Le sulfure de phosphore industriel correspond à la combinaison P^4S^3. Le produit pur est un corps solide jaune pâle, cristallisé, fondant à 166°-167°; on l'obtient, dans l'industrie, par réaction directe du phosphore rouge et du soufre à température convenable.

J'ai trouvé pour la composition moyenne du sulfure de phosphore industriel :

Sulfure de phosphore P^4S^3	92,35
Soufre (en excès)	1,13
Phosphore amorphe (en excès)	1,06
Acide phosphorique	2,81
Acide sulfurique	1,02
Eau, sable, non dosé	1,63
	100,00

En vue de la recherche du phosphore blanc libre, j'ai réalisé divers essais comparatifs qui ont porté : *a*, sur du sulfure de phosphore P^4S^3 chimiquement pur; *b*, sur du sulfure de phosphore industriel; *c*, sur du phosphore blanc fraîchement purifié.

Le sulfure de phosphore industriel agité et frotté dans un mortier au contact de l'air, étant examiné dans la chambre noire, ne donne ni *phosphorescence* ni *odeur*. Chauffé vers 30°-40° il émet des vapeurs qui noircissent le papier à l'azotate d'argent, mais aussi le papier à l'acétate de plomb.

Les points de fusion sont : sulfure pur 167°, sulfure industriel 165°-167°.

La méthode Mitscherlich (distillation avec l'eau) a été expérimentée avec les trois produits. J'ai observé des lueurs dans les trois cas, quoique le sulfure pur ne contienne pas de phosphore blanc libre.

L'étude de la distillation du sulfure pur montre qu'une partie du sulfure est entraînée pendant la distillation; une fraction du sulfure entraîné est décomposée, en donnant des lueurs pouvant être attribuées à du phosphore blanc libre; en dosant ces différentes fractions j'ai obtenu :

	Sulfure soumis à la distillation.	Sulfure non entraîné.	Sulfure entraîné.	Sulfure décomposé.
Sulfure pur P^4S^3....	0,9345	0,5413	0,0642	0,036

Le volume initial de la liqueur étant 350$^{cm^3}$, et celui du distillatum 250$^{cm^3}$.

La méthode des dissolvants ne permet de tirer aucune conclusion précise sur la présence du phosphore blanc libre.

Celle des points d'ébullition, sous pression réduite, peut donner quelques indications utiles mais peu sensibles.

En effet, sous 30^{mm} de pression, on a :

	Points d'ébullition.
Sulfure pur....................................	250°-254°
Sulfure industriel............................	250°-254°
Sulfure pur + 2,64 pour 100 phosphore blanc.	160°-260°
» + 1,80 » »	monte lentement à 250°

Recherche du phosphore par l'hydrogène. — En plaçant les sulfures dans l'appareil à hydrogène suivant les prescriptions de Blondlot, j'ai obtenu dans tous les cas une réaction positive, ce qui n'aurait pas dû se produire avec le sulfure pur.

Ce fait s'explique par la décomposition du sulfure pur dans l'appareil à hydrogène : le poids de ce sulfure avait en effet diminué de 7 pour 100, le point de fusion s'était abaissé à 148°-152°.

Mais, si l'on fait passer un courant d'hydrogène pur (Dalmon, Neubauer) sur le sulfure de phosphore, le sulfure de phosphore ne subit pas de décomposition, et le phosphore blanc libre se décèle facilement. La réaction est très nette.

Le sulfure pur, le sulfure industriel ont donné une réaction négative. Le sulfure pur additionné de 2 pour 100 de phosphore blanc libre fournit au contraire une réaction positive. La proportion de phosphore peut être abaissée beaucoup, sans que les indices disparaissent : phosphorescence de l'hydrogène examiné dans la chambre noire, combustion avec flamme verte donnant de l'acide phosphorique qui peut être condensé et caractérisé.

En résumé la présence du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore insdustriel ne peut pas être caractérisée par la méthode Mitscherlich,

mais elle est facilement mise en évidence par l'action d'un courant d'hydrogène.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une réaction à vitesses discontinues du sulfate chromique vert.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans le sulfate vert de chrome $Cr^2(SO^4)^3$ que j'ai décrit (*Comptes rendus*, 2 janvier 1905) tout l'acide est en combinaison; je l'ai constaté au calorimètre. De plus, en ajoutant 6^{mol} KOH à la dissolution récente d'une molécule de ce sulfate pur, il se décompose complètement en dégageant $57^{Cal},2$, d'après mes expériences. Ce nombre correspond à 37^{Cal} pour la saturation de l'hydrate chromique par l'acide $3SO^4H^2$ dilué, au lieu de $49^{Cal},2$ qu'indique M. Berthelot pour la formation du sulfate violet. L'isomérie des deux sels est donc établie, et, dans notre sel vert, l'acide est moins énergiquement fixé sur le chrome que dans le sulfate violet.

Ce fait, que je ne puis discuter complètement ici, semble indiquer que la décomposition de notre sulfate est facile. En réalité, elle est irrégulière et elle m'a conduit à étudier l'une des faces de la question des radicaux dissimulés.

Notre sulfate vert $Cr^2(SO^4)^3$, $8H^2O$ (7,5 H^2O quand au vide on joint l'action de l'anhydride P^2O^5) renferme, d'après sa synthèse, deux radicaux SO^4 dont la fixation sur le chrome diffère de celle du troisième groupe SO^4. A cette constitution dissymétrique doit répondre un dédoublement spécial. Et, en effet, l'addition de 1^{mol} $BaCl^2$ à la dissolution étendue de 1^{mol} $Cr^2(SO^4)^3$ fournit un précipité immédiat avec un dégagement de chaleur de $7^{Cal},15$ d'après mes mesures. D'autre part, l'addition brusque de 2^{mol} ou de 3^{mol} $BaCl^2$ à la molécule de sel chromique donne encore un précipité immédiat, mais la liqueur reste indéfiniment trouble (1), impossible à filtrer, et le dégagement de chaleur n'augmente pas sensiblement. Je n'ai pas trouvé de nombre supérieur à $7^{Cal},6$ quand l'excès de chlorure de baryum varie de 2 à 3 $BaCl^2$; donc une seule molécule $BaSO^4$ se forme immédiatement et les deux autres radicaux SO^4 sont dissimulés dans notre sel.

Le sulfate chromique violet modifié par ébullition présente une anomalie

(1) Ce liquide trouble évaporé à froid dans le vide, 3 semaines après sa formation, abandonne $BaCl^2$ que j'ai pu séparer des sels de chrome par l'alcool.

semblable, indiquée par MM. Favre et Valson et remarquablement précisée par M. Recoura; mais notre sel, préparé dans la glace fondante, diffère absolument des sels modifiés par la chaleur, en dehors de l'anomalie signalée.

Les radicaux sulfuriques SO^4 non précipités par un excès de $BaCl^2$ ne sont pas comparables au cyanogène des ferrocyanures; car celui-ci est dissimulé à la faveur du fer qui lui-même perd ses propriétés. Dans notre sel, au contraire, l'oxyde chromique conserve ses propriétés essentielles : il est entièrement précipité par les réactifs, même à froid. Il n'est donc pas admissible que la précipitation de l'acide sulfurique combiné à cet oxyde cesse totalement après entraînement du premier radical SO^4. Cela est d'autant moins probable que la précipitation des autres radicaux SO^4 est exothermique, de sorte que la réaction commencée doit être totale. L'apparence contraire est due uniquement à des changements brusques variés et considérables dans la vitesse de décomposition, mais non à l'annulation réelle de cette vitesse : c'est ce que je vais établir.

1° Je me suis assuré qu'à l'ébullition toute discontinuité cesse : la décomposition du mélange $(SO^4)^3Cr^2 + 3BaCl^2$ est totale en quelques minutes;

2° La précipitation qui, vers 15°, semble limitée à la formation d'une molécule SO^4Ba, continue en réalité; car, en prélevant journellemeut 20^{cm^3} du liquide trouble qui surmonte le précipité et pesant le sulfate de baryte produit par l'ébullition, j'ai vu que les poids décroissent quand le temps ou quand la température augmente;

3° A température constante, une simple modification du mode opératoire accélère la décomposition du mélange. Vers 18°, à une dissolution renfermant au maximum un dixième de molécule $Cr^2(SO^4)^3$ par litre, ajoutons le tiers du $BaCl^2$ nécessaire à la précipitation totale des $3SO^4$: le précipité correspondant de SO^4Ba se dépose complètement en 1 heure. Rajoutons alors un autre tiers de $BaCl^2$: le mélange des liquides se trouble à nouveau, mais il s'éclaircit en quelques heures en déposant la totalité du baryum sous forme SO^4Ba. L'addition du troisième tiers $BaCl^2$ produit un effet analogue; tandis qu'en ajoutant d'emblée les deux tiers ou tout le chlorure de baryum à la molécule de sulfate chromique, la liqueur reste indéfiniment trouble, nous l'avons vu. Répétée sur des dissolutions plus concentrées, l'expérience garde la même allure; mais la vitesse de décomposition est ralentie en proportion du carré de la concentration.

Presque tous les corps à fonctions multiples offrent des exemples de discontinuité variable avec la température : acide phosphorique (Joly), ses-

quioxydes (Recoura), terres rares (E. Wyrouboff et Verneuil); mais il apparaît ici un autre genre de discontinuité, un changement de vitesse à température constante dû à une modification opératoire, qui montre bien que la lenteur d'une précipitation ne prouve rien touchant la constitution des sels. La pratique de l'analyse prouve que la précipitation d'un sulfate, d'un oxalate, etc. n'est pas toujours immédiate : il faut attendre parfois un jour entier pour être certain d'une précipitation totale, souvent même opérer à chaud. On n'en conclut pas que les premières portions décomposées par le réactif sont autrement constituées que les dernières; mais que l'ionisation, c'est-à-dire la décomposition par l'eau du sel et de son réactif (décomposition indispensable pour former les éléments du précipité), est plus lente à la fin qu'au début.

Cette explication classique rend également compte de l'influence si considérable du mode opératoire sur la vitesse des réactions ci-dessus exposées. La réaction

$$\begin{matrix} SO^4 = Cr \\ | \\ SO^4 = Cr \end{matrix}\!\!>\! SO^4 + BaCl^2 = SO^4Ba + \begin{matrix} SO^4 = Cr - Cl, \\ | \\ SO^4 = Cr - Cl \end{matrix}$$

donne un chlorosulfate dans lequel les deux atomes Cl remplaçant le radical mobile SO^4 participent de cette mobilité, c'est-à-dire s'ionisent facilement, surtout dans un liquide exempt de chlore. L'ion Cl, ou si l'on veut l'acide HCl dissocié par l'eau, réagissant sur la base du sel dissous, forme un chlorure et donne finalement

$$3(SO^4)^2Cr^2Cl^2 = Cr^2Cl^6 + (SO^4)^3Cr^2;$$

de sorte que le sulfate tribasique régénéré précipite de nouveau par $BaCl^2$. Au contraire, si le chlorosulfate se trouve au contact d'un excès de chlorure de baryum, l'ionisation de ce réactif, augmentant la tension du chlore dans la dissolution, s'oppose à la dissociation du chlorosulfate, où les deux radicaux SO^4 conservent sensiblement leurs propriétés, en particulier leur lenteur d'ionisation. Cette explication trouve une confirmation dans les mesures calorimétriques et dans les analyses chimiques que j'ai faites. Après précipitation complète du premier radical SO^4 par $BaCl^2$, l'addition d'une nouvelle molécule $BaCl^2$ dégage en effet $5^{Cal},2$; ce nombre s'élève à $7^{Cal},3$ par molécule si l'on ajoute seulement $\frac{1}{2}BaCl^2$. De plus le liquide résultant de la première précipitation, quand on l'évapore à froid dans le vide, fournit un solide qui, par l'alcool à 92°, se sépare en produits chlorés solubles et en sulfate chromique $Cr^2(SO^4)^3$ insoluble.

En résumé, la dissimulation d'un radical est un fait qui se rattache à la notion de *vitesse des réactions* introduite en Chimie par M. Berthelot et dont M. Lemoine, MM. Guldberg et Waage ont déjà tiré tant de beaux résultats.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés physiques du propane.* Note de M. PAUL LEBEAU, présentée par M. H. Moissan.

Le propane, découvert par M. Berthelot (¹) dès 1857, dans ses recherches sur sa méthode universelle d'hydrogénation, a été rencontré ensuite dans les pétroles d'Amérique par Ronalds (²) et par Lefebvre (³).

Les constantes physiques du propane ont fait l'objet d'un certain nombre de déterminations. Mais il existe entre ces données de telles divergences que nous avons cru devoir reprendre quelques-unes d'entre elles.

En utilisant le procédé général de préparation des carbures que nous avons antérieurement décrit (⁴), nous avons obtenu de grandes quantités de propane pur. Des échantillons de ce gaz ont été préparés en partant soit de l'iodure de propyle, soit de l'iodure ou du chlorure d'isopropyle. Les dérivés halogénés utilisés avaient été préalablement purifiés avec soin.

Point d'ébullition. — Le point d'ébullition du propane que l'on trouve le plus souvent mentionné dans les Traités de Chimie organique est −17°. En 1889, M. Olszewski (⁵) donna, comme point d'ébullition d'un propane préparé par la méthode de Schorlemmer, −45°. Une nouvelle détermination fut faite en 1895 par M. Hainlein (⁶) sur un gaz obtenu en utilisant la réaction de Köhnlein: action de l'iodure de propyle sur le chlorure d'aluminium en tubes scellés à 130° pendant 20 heures. D'après cet auteur le point d'ébulition serait −37°.

Nous avons fait plusieurs séries d'expériences, en soumettant à l'ébullition sous la pression atmosphérique plusieurs centimètres cubes de propane liquide. La température était donnée par un galvanomètre relié à un couple fer-constantan dont la graduation avait été préalablement faite avec un thermomètre étalon à éther de pétrole. L'aiguille du galvanomètre est restée rigoureusement fixe pendant toute la durée de l'ébullition.

(¹) BERTHELOT, *Ann. Ch. Ph.*, 3ᵉ série, t. LI, 1857, p. 56.

(²) RONALDS, *J. chem. Society*, *Lond.*, 2ᵉ série, t. III, 1869, p. 54.

(³) LEFEBVRE, *Comptes rendus*, t. LXVII, 1869, p. 1352.

(⁴) LEBEAU, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1042.

(⁵) OLSZEWSKI, *Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie*, 1889.

(⁶) HAINLEIN, *Ann. Chem. Pharm. Liebig*, t. CCLXXXII, 1895, p. 245.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Température d'ébullition.	
Propane de l'iodure de propyle normal.	—44°,5	H = 757mm
Propane de l'iodure d'isopropyle......	—44,5	
Propane du chlorure d'isopropyle......	—44	

Nous avons reconnu que ce dernier échantillon renfermait des traces de chlorure d'isopropyle. Après une nouvelle purification, nous avons fait une seconde détermination qui nous a encore conduit au même point d'ébullition : — 44°,5. En dehors de toute erreur imputable à une mauvaise graduation, un fait, qui permet de rejeter absolument le point d'ébullition — 37°, est que le mercure est solide dans le propane liquide.

Point de solidification. — M. Olszewski avait observé que le propane était fluide à la température de — 151°. En condensant ce gaz dans un tube à essai plongé dans l'air liquide récemment préparé, nous avons reconnu que le propane était encore nettement liquide et ne présentait pas de viscosité apparente. Le point de solidification du propane est donc inférieur à — 195°.

Température et pression critiques. — Le point critique a été trouvé par M. Olszewski comme étant 97° et la pression critique 45atm. M. Hainlein a été conduit à adopter, comme température critique, 102°. Nos déterminations, faites avec l'appareil de M. Cailletet et aussi en observant la disparition du ménisque dans un tube scellé contenant du propane liquide, nous ont donné sensiblement les mêmes résultats que ceux observés par M. Olszewski. Il nous a été ici facile de vérifier que la température critique 102° est inexacte en constatant que, soit dans le tube de l'appareil Cailletet, soit dans le tube de Natterer, il n'existe aucun ménisque à la température de l'eau bouillante : la disparition du ménisque se produisant nettement à 97°,5.

Solubilité. — Nous avons, en outre, fait quelques observations concernant la solubilité du propane dans différents liquides. A 17°,8, 100vol d'eau dissolvent 6vol,5 de gaz. H = 753mm.

Nos autres résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

	Pression en millimètres de mercure.	Température.	Volumes de gaz dissous dans 10vol d'eau.
Alcool absolu............	754mm	16°,6	790
Éther....................	757	id.	926
Chloroforme..............	id.	21,6	1299
Benzine..................	id.	21,5	1452
Essence de térébenthine.....	id.	17,7	1587

Le propane liquide dissout l'iode, en se colorant en violet, dans le voisinage de sa température d'ébullition.

Conclusions. — Le propane pur bout à la température de — 44°,5. La

température critique est 97°,5 et la pression critique est de 45^{atm}. Ces déterminations sont très voisines des résultats obtenus antérieurement par M. Olszewski.

Le propane est soluble dans un assez grand nombre de réactifs et cette solubilité est plus grande que dans le cas du méthane et de l'éthane.

Enfin, le propane est encore liquide à — 195°; nous ajouterons que l'éthane pur préparé par notre procédé est aussi liquide à cette température.

Il est intéressant de rapprocher ces résultats de ce fait que le méthane, premier terme de la série des carbures saturés, prend l'état solide et cristallise à — 184° d'après les déterminations de M. Olszewski, confirmées récemment par MM. Moissan et Chavannes (1).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylacétylcarbinol.* Note de M. **André Kling**, présentée par M. Troost.

Le méthylacétylcarbinol ou méthylacétol $CH^3COCHOHCH^3$ fut découvert par Pechmann (2) dans les produits de réduction du biacétyle par le zinc et l'acide sulfurique et fit l'objet d'un travail de Vladesco (3) qui l'obtint dans la saponification de $CH^3COCHClCH^3$ par la potasse ou la soude alcooliques.

Il m'a paru intéressant, pour servir de complément aux recherches que j'ai publiées antérieurement (4) sur l'acétol et le propionylcarbinol, de reprendre l'étude de ce composé et de comparer ses réactions à celles des cétones mono-alcools primaires.

Le produit sur lequel j'ai opéré a été préparé par la méthode indiquée par Vladesco et, pour le purifier, j'ai utilisé la propriété qu'il possède de se polymériser en présence du zinc en une masse cristalline insoluble dans l'éther et qui, après lavage à l'aide de ce liquide, régénère le méthylacétol parfaitement pur par simple distillation.

J'ai constaté que le méthylacétol pouvait encore être obtenu par oxydation du butanediol 2.3 $CH^3.CHOHCHOHCH^3$ sous l'influence des bactéries oxydantes telles la bactérie du sorbose et le *mycoderma aceti.* Ces oxydations marchent régulièrement lorsqu'on les effectue dans des bouillons d'eau de levure contenant 3 à 5 pour 100 de gly-

---

(1) Moissan et Chavannes, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 407.
(2) Pechmann, *Bericht.*, t. XXIII, p. 2421.
(3) Vladesco, *Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. VI, p. 810.
(4) Kling, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 231; t. CXL, p. 1040.

col. Elles aboutissent à la transformation de la moitié, au plus, du glycol en méthylacétol; le résidu non fermentescible est formé par l'énantiomorphe droit qui a été isolé et qui a fourni au polarimètre une déviation de 2° (pour 1^{dm^3}). L'alcool cétonique a donc été produit aux dépens de la forme à pouvoir rotatoire gauche.

Je reviendrai ultérieurement sur cette oxydation biochimique du butanediol 2.3 pour en préciser davantage le mécanisme.

Le méthylacétol est un liquide à odeur agréable bouillant à 144°-145°; sa densité $d_{15}^{15} = 1,0108$ et son indice de réfraction $n_{15} = 1,4194$.

Ainsi que l'ont montré Pechmann et Vladesco, il réagit sur la phénylhydrazine et sur la liqueur de Fehling qu'il réduit en se transformant lui-même en acide acétique. J'ai en effet constaté que la réaction de $Cu(OH)^2$ sur les solutions aqueuses et alcalines de méthylacétol ne fournit pas d'autres acides que l'acide acétique; de plus, si l'on détermine la quantité de cuivre réduite à l'état d'oxydule dans l'action d'un excès de liqueur de Fehling sur 1^g de méthylacétol, on constate qu'elle est de $2^g,85$ alors que celle calculée d'après l'équation

$$CH^3COCHOH.CH^3 + 2O = 2CH^3CO^2H$$

serait de $2^g,87$.

La semicarbazide, en solution aqueuse, se combine immédiatement au méthylacétol pour donner une semicarbazone de propriétés normales (différence avec le propionylcarbinol), bien cristallisée, peu soluble dans l'eau et fondant à 184°-185°. Cette combinaison est précieuse pour l'identification du méthylacétol et pour son extraction de liqueurs étendues (en particulier dans le cas où il provient de la fermentation du butanediol).

Le méthylacétol se combine avec le bisulfite de soude pour donner un composé cristallisé répondant à la formule $CH^3C(SO^3Na)\overset{/O}{—}\overset{H}{C}HOH - CH^3$, soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther.

La réduction du méthylacétylcarbinol par les amalgames de Na ou de Al fournit de la butanone, du butanol 2 et du butanediol 2.3 avec un rendement de 12 à 15 pour 100 en alcool et cétone et de 21 pour 100 en glycol.

Nous en conclurons donc que, de même que l'acétol et le propionylcarbinol, le méthylacétol existe dans ses solutions aqueuses sous une forme oxydique $CH^3C\begin{smallmatrix}/OH \\ \backslash O/\end{smallmatrix}CH - CH^3$ tautomère de la forme cétonique $CH^3COCHOHCH^3$. — Le méthylacétol anhydre paraît, du reste, être un mélange de deux formes tautomères. — En effet, son indice de réfraction moléculaire, déterminé d'après les données indiquées ci-dessus, est 21,826,

tandis que les valeurs de cet indice calculées pour les deux formes sont respectivement

$$22{,}216 \quad \text{pour} \quad CH^3COCHOH.CH^3$$

$$21{,}612 \quad \text{»} \quad CH^3C\overset{OH}{\underset{O}{\diagup\!\!-\!\!\diagdown}}CH - CH^3.$$

L'existence dans le produit anhydre de la forme oxydique permettrait peut-être d'expliquer pourquoi le méthylacétol abandonné à lui-même se transforme en un *dimère* fondant à 127°-128° tandis qu'en présence de Zn c'est un autre *dimère* fondant vers 90° qui prend naissance. Il est possible que l'un de ces dimères soit la combinaison d'une molécule de méthylacétol oxyde et d'une molécule cétonique, tandis que l'autre résulterait de la polymérisation de molécules d'une seule et même forme. Ou encore qu'entre les deux dimères il y aurait les différences exprimées par les schémas suivants :

```
      OH  H                        H   OH
      |   |                        |   |
CH³—C—C—CH³               CH³—C—C—CH³
      |   |                        |   |
      O   O           et           O   O
      |   |                        |   |
CH³—C—C—CH³               CH³—C—C—CH³
      |   |                        |   |
      OH  H                        OH  H
```

C'est un point que je cherche à élucider.

Le méthylacétol ne se combine pas à l'alcool méthylique par chauffage, même en présence d'une trace de HCl; sa solution aqueuse se colore par les alcalis, surtout à chaud.

On voit donc que cet alcool cétonique secondaire possède des réactions générales comparables à celles de l'acétol et du propionylcarbinol.

J'ajouterai enfin qu'en liquide Raulin le méthylacétol substitué au sucre y est brûlé par le *penicillium glaucum* qui commence par attaquer à l'énantiomorphe gauche, puis ensuite fait disparaître le droit.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde de méthoéthénylbenzène* (méthylstyrolène). Note de M. **Tiffeneau**, présentée par M. A. Haller.

Une courte Note du professeur Klages parue dans le dernier *Bericht* de la Société chimique allemande (p. 1969) m'oblige à publier de suite la partie

personnelle d'un travail d'ensemble entrepris en collaboration avec M. Fourneau [1] sur les oxydes d'éthylène. Ce travail de collaboration comprend l'étude générale des oxydes d'éthylène : préparation, catalyse, action des dérivés organomagnésiens, etc.; toutefois, tandis que M. Fourneau s'est réservé personnellement l'action des amines, j'ai, de mon côté, étudié spécialement les oxydes d'éthylène aromatiques dissymétriques, dont le représentant le plus simple, l'oxyde de méthoéthénylbenzène, rentre dans le cadre de ma Thèse sur le méthoéthénylbenzène et sur les migrations moléculaires de ses dérivés.

L'oxyde de méthoéthénylbenzène se prépare soit par action de la potasse aqueuse [2] à l'ébullition sur la chlorhydrine du méthoéthenylbenzène obtenue elle-même par action de la chloracétone sur le bromure de phénylmagnésium, soit encore en agitant assez longtemps avec de la potasse sèche pulvérisée une solution éthérée de l'iodhydrine du méthoéthénylbenzène; cette dernière méthode est générale, car elle s'applique à tous les carbures aromatiques : styrolène, allylbenzène, etc.

Cet oxyde se forme encore par action du sodium métallique sur la solution éthérée de la chlorhydrine ci-dessus :

$$2C^6H^5-C(OH)(CH^3)-CH^2Cl + 2Na = 2NaCl + 2H + 2C^6H^5-\underbrace{C(CH^3)-CH^2}_{O}.$$

L'oxyde de méthoéthénylbenzène bout vers 84°-86° sous 15mm; sa densité est de 1043 à 0°; distillé à la pression ordinaire, il bout vers 190°-200° en se transformant presque complètement en aldéhyde hydratropique [3] bouillant à 205°; les acides dilués, le bisulfite de soude et l'acide sulfureux provoquent la même isomérisation.

Ce fait semble montrer que, dans les migrations moléculaires phényliques consistant dans la production de phénylacétone, soit [4] par action de la chaleur sur $C^6H^5-C(OMgBr)(CH^3)CH^2Cl$, soit [5] par action de HgO

(1) Cette collaboration a été la conséquence de travaux identiques effectués séparément par M. Fourneau et par moi; le travail de M. Fourneau a été breveté en France le 26 octobre 1904 au nom des établissements Poulenc et M. Fourneau; mes recherches ont fait l'objet d'un pli cacheté déposé à l'Académie des Sciences le 24 octobre 1904 au nom des fabriques de Laire dans les laboratoires desquelles ce travail a été effectué.

(2) M. Klages emploie l'alcoolate de sodium.

(3) Cette transformation par simple distillation des oxydes d'éthylène aromatiques dissymétriques a déjà été citée par M. Bouveault, d'après une Communication particulière que je lui en avais faite (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 1309, en note).

(4) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXVI.

(5) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 845 et 1505.

ou AzO^3Ag sur l'iodhydrine $C^6H^5-C(OH)-(CH^3)CH^2I$, il n'y a pas formation intermédiaire d'oxyde d'éthylène, mais formation de composés non saturés instables tels que

$$C^6H^5-\underset{\displaystyle O}{\underset{|}{C}}(CH^3)-CH^2- \qquad \text{et} \qquad C^6H^5-C(OH)(CH^3)=CH-$$

qui s'isomérisent en phénylacétone. La formation de phénylallylène (¹) que j'ai observée par action de KOH sec sur le méthyl ω-bromostyrolène semble analogue :

$$C^6H^5-C(CH^3)=CHBr \rightarrow C^6H^5-C(CH^3)=C= \rightarrow C^6H^5-C\equiv C-CH^3,$$

il en est de même de la formation de tolane (²) à partir du phénylchlorostyrolène.

Les autres oxydes d'éthylène 1.2 que j'ai préparés subissent plus difficilement cette isomérisation; les oxydes d'éthylène 1.3 ne se transforment ni par la chaleur ni par les acides.

Traité par le bromure de phénylmagnésium, l'oxyde de méthoéthénylbenzène donne l'alcool secondaire $C^6H^5-CH(CH^3)-CHOH-C^6H^5$ bouillant vers 185°-190° sous 20^{mm}. Toutes ces recherches sont poursuivies en ce qui concerne les oxydes d'éthylène homologues.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série anthracénique. Condensation des dérivés du benzodihydrofurfurane en dérivés anthracéniques γ substitués.* Note de MM. **A. Guyot** et **J. Catel**, présentée par M. A. Haller.

En poursuivant l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane décrits dans nos précédentes Communications (³), nous avons observé que ces composés se condensent très facilement, sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, en dérivés γ substitués de l'anthracène et de son hydrure.

Indépendamment de l'intérêt théorique que présente cette réaction, il importe de faire remarquer qu'elle constitue actuellement le procédé de préparation le plus commode d'un grand nombre de dérivés anthracéniques γ substitués.

(¹) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 1348.

(²) Buttenberg, *Liebig's Annalen*, t. CCLXXIX, p. 328.

(³) A. Guyot et J. Catel, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 254 et 1348.

Le mécanisme de cette condensation peut s'expliquer très simplement. Il y a d'abord fixation d'une molécule d'eau sous l'influence de l'acide sulfurique concentré, avec rupture du noyau furfuranique et formation d'un produit d'hydratation intermédiaire :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{c} C(C^6H^5)^2 \\ \diagdown\;\;\diagup \\ \quad O \\ \diagup\;\;\diagdown \\ CH - C^6H^5 \end{array}\right. + H^2O = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C(OH)(C^6H^5)^2 \\ \\ CH(OH) - C^6H^5 \end{array}\right.$$

qui se condense ensuite en dérivé anthracénique par la réaction bien connue :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C(OH)(C^6H^5)^2 \\ \\ CH(OH) - C^6H^5 \end{array}\right. = 2H^2O + C^6H^4\left\langle\begin{array}{c} C(C^6H^5) \\ | \\ C(C^6H^5) \end{array}\right\rangle C^6H^4$$

A l'appui de cette interprétation, nous mentionnerons que nous avons également observé la transformation en dérivés anthracéniques de ces produits d'hydratation dont nous admettons la formation transitoire et que nous avons décrits dans nos précédentes Communications.

Bien qu'on puisse faire agir l'acide sulfurique sur les composés furfuraniques solides et finement pulvérisés, il est cependant plus avantageux d'opérer au sein d'un véhicule neutre :

On dissout une partie du dérivé furfuranique dans 5 à 10 parties de benzine pure, on ajoute 3 parties d'acide sulfurique concentré et l'on agite énergiquement. La condensation est terminée après quelques minutes de contact. On étend d'eau, on décante, on sèche et l'on filtre la solution benzénique qui abandonne par évaporation des cristaux du composé anthracénique cherché.

Nous avons pu transformer ainsi :

Le triphényl-$\alpha.\alpha'$-benzo-$\beta.\beta'$-dihydro-$\alpha.\alpha'$-furfurane

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\begin{array}{l} \diagup C^6H^5 \\ - C^6H^5 \end{array} \\ \quad\rangle O \\ CH - C^6H^5 \end{array}\right.$$

en diphénylanthracène :

$$C^6H^4 \left\langle \begin{array}{c} C \diagup C^6H^5 \\ | \\ C \diagdown C^6H^5 \end{array} \right\rangle C^6H^4.$$

Le diphényl-α.α'-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane

$$C^6H^4 \left\langle \begin{array}{l} CH - C^6H^5 \\ \\ CH - C^6H^5 \end{array} \right. \!\!\! \rangle O$$

et son isomère, le diphényl-α.α-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane

$$\begin{array}{c} CH^2 \\ C^6H^4 \langle\rangle O \\ C \\ C^6H^5 \diagup \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

en phénylanthracène.

Le tétraphényl-α.α'-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane diméthyl-amidé :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \diagdown \\ C - C^6H^5 \\ C^6H^4 \langle\rangle O \\ C \\ C^6H^5 \diagup \diagdown C^6H^4 - N(CH^3)^2 \end{array}$$

en son isomère, le dérivé diméthylamidé du dihydrure d'anthracène γ-triphénylé-γ-hydroxylé :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \diagdown \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle\rangle C^6H^4 \\ C \\ HO \diagup \diagdown C^6H^4 - N(CH^3)^2 \end{array}$$

Le mécanisme de la réaction exposé plus haut ne suffit pas pour justifier la formule de constitution que nous assignons à ce dernier produit. On peut en effet concevoir par le même mécanisme la formation de l'isomère

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \diagdown \diagup C^6H^5 \\ C \\ C^6H^4 \langle\rangle C^6H^3 - N(CH^3)^2 \\ C \\ HO \diagup \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

dans lequel le groupe diméthylamidé se trouve fixé sur un noyau benzénique faisant partie du complexe anthracénique. Mais le fait que notre dérivé, chauffé en solution acétique avec un léger excès de diméthylaniline, reproduit le dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé tétraméthyldiamidé symétrique sous ses deux formes stéréoisomères cis et trans :

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^4-N(CH^3)^2 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle\ \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\ \diagdown \\ C^6H^5 \quad C^6H^4-N(CH^3)^2 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^4-N(CH^3)^2 \\ \diagdown\ \diagup \\ C \\ C^6H^4 \langle\ \rangle C^6H^4 \\ C \\ \diagup\ \diagdown \\ (CH^3)^2N-C^6H^4 \quad C^6H^5 \end{array},$$

composés déjà obtenus par une autre voie ([1]), exclut cette seconde formule de constitution, qui, d'ailleurs, ne rendrait pas compte de l'existence de deux stéréoisomères.

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, nous avons également observé des condensations analogues avec les produits dérivés des précédents par hydratation et ouverture du noyau furfuranique.

L'*o*-benzhydryltriphénylcarbinol $C^6H^4 \langle \begin{array}{l} C \begin{array}{l} \diagup C^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5 \\ \ \ OH \end{array} \\ CHOH-C^6H^5 \end{array}$ nous a donné le diphénylanthracène

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{c} C \diagup C^6H^5 \\ | \\ C \diagdown C^6H^5 \end{array} \rangle C^6H^4.$$

L'*o*-dibenzhydrylbenzène $C^6H^4 \langle \begin{array}{l} CHOH-C^6H^5 \\ CHOH-C^6H^5 \end{array}$ et son isomère, le carbinol $C^6H^4 \langle \begin{array}{l} CH^2OH \\ \quad \diagup OH \\ C-C^6H^5 \\ \quad \diagdown C^6H^5 \end{array}$, nous ont fourni le monophénylanthracène

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{c} CH \\ | \\ C \diagdown C^6H^5 \end{array} \rangle C^6H^4.$$

La plupart des composés employés dans ces différentes synthèses sont

([1]) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 343.

connus; nous en avons donné la préparation dans nos précédentes communications. Seuls, le composé carbinolique $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}CH^2OH\\COH(C^6H^5)^2\end{smallmatrix}$ et son produit de déshydratation, le diphényl-α.α-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}CH^2\\C(C^6H^5)^2\end{smallmatrix}\rangle O$ n'ont pas encore été décrits. Nous obtenons le premier de ces composés, à côté d'autres produits, dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur la phtalide; le diphényl-α.α-benzo-β.β'-dihydro-α.α'-furfurane en dérive quantitativement par déshydratation (action à chaud de l'acide chlorhydrique sur une solution acétique du premier).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la méthylnataloémodine et la nataloémodine.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. H. Moissan.

En 1902 (¹), j'ai obtenu dans l'action de Na^2O^2 sur les aloïnes de l'aloès de Natal l'éther-oxyde méthylique d'une trioxyméthylanthraquinone nouvelle : la nataloémodine. Les petites quantités de matière dont je disposais alors ne m'ont pas permis de poursuivre l'étude de ces corps et je n'ai dû indiquer qu'avec réserve la composition de l'émodine nouvelle.

Grâce à l'extrême obligeance de M. le professeur Greenish, de Londres, auquel j'adresse mes remercîments, j'ai pu me procurer une quantité importante d'aloès de Natal, ce qui m'a permis de confirmer l'existence des composés anthraquinoniques déjà signalés et d'en préparer quelques dérivés.

Méthylnataloémodine : $C^6H^3(OH)\langle\begin{smallmatrix}CO\\CO\end{smallmatrix}\rangle C^6H(OH)(OCH^3)(CH^3)$. — Ce composé, qui a été décrit comme étant formé d'aiguilles jaune orangé pâle, possède en réalité une coloration rouge orangé dont l'intensité varie avec les conditions de la cristallisation.

Maintenue pendant 15 à 18 heures à une température voisine de 300° avec un grand excès de KOH, la méthylnataloémodine se change en grande partie en une matière pulvérulente noire soluble dans les alcalis. Après dissolution du produit de la fusion, sursaturation par SO^4H^2, filtration et extraction du liquide à l'éther, ce dernier enlève un acide qui, cristallisé dans l'eau, se dépose en aiguilles incolores fort peu solubles à froid. Le rendement trop faible ne m'a permis de faire l'analyse de cet acide, mais ses caractères concordent en tous points avec ceux de l'acide α-oxyisophtalique qui, comme l'on sait, sont très tranchés : très faible solubilité dans l'eau froide, insolubilité dans le chloroforme bouillant, coloration rouge cerise de la solution aqueuse par

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1111.

le perchlorure de fer, sublimable vers 220°, fusible à + 293° (corrigé). A + 295° l'acide dégage des gaz et charbonne (¹).

L'acide AzO^3H fumant agit avec une extrême violence sur la méthylnataloémodine; il se dégage des vapeurs nitreuses en abondance. Le produit de la réaction ne renferme ni dérivé nitré du corps primitif, ni acide picrique ou phtalique, mais seulement de l'acide oxalique.

L'action du brome est beaucoup plus lente même à chaud. Elle donne lieu à des dérivés de substitution.

Méthylnataloémodine pentabromée : $C^{16}H^7Br^5O^5$. — Un composé ayant une composition voisine de celle qui est représentée par cette formule s'obtient en chauffant en tubes scellés pendant 60 heures à 130° la méthylnataloémodine avec un très grand excès de brome.

Après cristallisation dans l'alcool méthylique où il est extrêmement peu soluble, même à chaud, le produit forme des aiguilles rouge acajou fusibles à + 293°-295° (corrigé) beaucoup plus solubles dans l'acide acétique cristallisable ou dans le toluène. Analyse : trouvé, Br = 58,19; calculé, 58,91. Ce dérivé bromé est insoluble dans SO^4H^2 concentré, il se dissout dans les alcalis dilués avec une coloration rouge cerise.

Chauffée 4 heures à 130° avec de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium, la méthylnataloémodine se change en un dérivé diacétylé.

La *diacétylméthylnataloémodine* :

$$C^6H^3(C^2H^3O^2)\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle C^6H(C^2H^3O^2)(OCH^3)(CH^3).$$

Cristallise de l'alcool méthylique en longues aiguilles jaunes brillantes anhydres, solubles dans l'alcool éthylique, le chloroforme, à peine solubles dans l'éther, insolubles dans l'eau, fusibles à + 169° (corrigé). Analyses : trouvé, C = 65,19; H = 4,92. Calculé, C = 65,21; H = 4,89.

La *nataloémodine* : $C^6H^3(OH)\left\langle\begin{matrix}CO\\CO\end{matrix}\right\rangle C^6H(OH)^2(CH^3) + H^2O$ s'obtient en chauffant à 180° en tubes scellés la méthylnataloémodine avec HCl saturé à 0°. Il y a production simultanée de CH^3Cl qui brûle avec une flamme verte à l'ouverture des tubes. Une nouvelle analyse a donné C = 66,27; H = 3,82; théorie, C = 66,67; H = 3,70. Eau de cristallisation : trouvé, 5,99; calculé, 6,25.

Ce corps constitue la troisième des nombreuses trioxyméthylanthraquinones que laisse prévoir la théorie. Séché à 130°, il fond à + 214°,5 (corrigé). Il se dissout en rouge groseille dans SO^4H^2 concentré. Sa solution dans l'eau alcaline est rouge cerise; elle passe au violet par addition d'un grand excès d'alcali. Ce dernier caractère la distingue des deux autres

(¹) Le point de fusion varie avec les auteurs pour l'acide α-oxyisophtalique : 283°-285° (corrigé), Oscar Jacobsen; 305°-306°, Schall.

émodines dont les solutions alcalines sont à peine modifiées par un excès d'alcali.

Chauffée à 130° avec de l'anhydride acétique et un peu d'acétate de sodium fondu, la nataloémodine fournit un dérivé triacétylé ; ce qui concorde avec le remplacement de OCH^3 par OH dans la formation de ce corps aux dépens de la méthylnataloémodine.

La triacétylnataloémodine : $C^6H^3(C^2H^3O^2)\langle{CO \atop CO}\rangle C^6H(C^2H^3O^2)^2(CH^3)$. — Cristallise de l'alcool méthylique en aiguilles jaune citron longues et minces, anhydres, peu solubles même à chaud, fusibles à + 203°,7 (corrigé). Analyse : trouvé, C = 63,34 ; H = 4,13 ; calculé, C = 63,63 ; H = 4,04.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'acidité des alcools éthyliques du commerce et sur ses variations à la température ordinaire.* Note de MM. **René Duchemin** et **Jacques Dourlen**, présentée par M. Schlœsing fils.

En contrôlant l'opinion que nous avons émise dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 31 décembre 1904), que la plupart des alcools du commerce étaient acides, nous avons constaté que, non seulement l'alcool est susceptible de s'oxyder à l'air jusqu'à l'apparition de l'acide acétique, mais que l'acidité ainsi produite est sujette à des variations en plus ou en moins assez importantes. Voici quelques-uns de nos résultats les plus saillants :

Nature de l'alcool	*Alcool bon goût.*		*Alcool mauvais goût de rectification d'alcools de betteraves.*		*Alcool M.G. de rectification d'alcools de mélasses.*		*Flegmes de betteraves.*		*Alcool absolu.*	
									Éch. I.	Éch. II.
Degré	96°		96°,6		94°		92°			
Éthers	0,088		0,440		2,900		1,355		0,070	0,123
Aldéhydes	0		0,006		0,035		0,500		traces	traces
Acidité initiale	0[1]		0,048		0		0,585		0,024	0,012
Température moyenne	18°.		18°.		18°.		18°.		I. 18°.	II.
Nature des récipients	Verre blanc.	Verre vert.	Verre blanc.	Verre vert.	Verre blanc.	Verre vert.	Verre blanc.	Verre vert.	Verre blanc.	Verre blanc.
Acidité gagnée par litre. Après 5 jours....	»	»	»	»	»	»	−0,537	−0,195	−0,003	+0,006
» 10 »	+0,0124	+0,018	−0,0216	+0,192	+0,054	+0,060	−0,543	−0,372	»	»
» 11 »	»	+0,024	»	+0,240	»	+0,066	»	»	»	»
» 12 »	»	+0,019	»	+0,015	»	+0,068	»	−0,405	+0,003	»
» 15 »	+0,024	+0,018	−0,012	+0,068	+0,072	+0,078	−0,507	−0,333	»	+0,006
» 17 »	»	+0,0216	»	+0,0792	»	+0,072	»	−0,345	»	»
» 19 »	»	+0,024	»	+0,0144	»	+0,072	»	»	»	+0,012
» 22 »	+0,021	+0,024	»	+0,006	»	+0,072	»	»	»	»
» 26 »	»	+0,024	»	+0,000	»	+0,081	»	»	+0,006	»
» 27 »	»	»	»	»	»	»	»	−0,422	»	»
» 29 »	»	+0,030	»	−0,015	»	+0,081	»	»	»	»
» 36 »	»	»	»	»	»	»	»	−0,496	»	»
» 39 »	»	»	»	»	»	»	»	−0,501	+0,006	»

(1) Acidité calculée en $C^2H^4O^2$ et déterminée, sur 100cm³ d'alcool, avec de la soude à 0g,4 de NaOH par litre.

M. Trillat ayant signalé l'oxydation de l'alcool à froid, dans une foule de cas, avec production d'aldéhydes qui se transforment ultérieurement en produits d'éthérification (*Comptes rendus*, 1903, et *Oxydation des alcools*, Naud, 1901), nous avons pensé que l'apparition de l'acide acétique pouvait être attribuée de même à l'influence de l'oxygène de l'air, et nous avons effectué les deux essais suivants :

A. Deux alcools ont été conservés mi-partie dans le vide, mi-partie à l'air libre :

I. { Degré de l'alcool : 96° ; Acidité primitive : $0^g,021$ par litre } Température : 18°.

	Échantillon conservé à l'air.	Échantillon conservé dans le vide.
Acidité gagnée par litre après 8 jours.	$+0^g,003$	$-0^g,003$

II. { Degré de l'alcool .... 90° ; Acidité primitive .... 0,014 ; Éthers .... 0,052 ; Aldéhydes .... Traces }

Acidité gagnée après 30 jours	$-0^g,003$	$-0^g,005$

L'acidité a augmenté à l'air libre (alors qu'elle a diminué dans le vide), par suite d'une oxydation de l'alcool dont la rapidité a dépassé celle de la saturation de l'acide par l'alcali du verre.

B. Dans un alcool renfermant $0^g,015$ d'acide libre par litre, nous avons fait barboter pendant 3 heures, à la température ordinaire, 36^l d'air préalablement débarrassé de son acide carbonique. Après l'expérience l'acidité avait augmenté de $0^g,003$ par litre.

Le même alcool, soumis au même traitement pendant 6 heures, après saturation de l'acide libre par la soude, nous a donné une augmentation d'acidité de $0^g,008$ par litre.

Dans un second échantillon, exempt de produits réducteurs, et dont l'acide libre avait été exactement neutralisé par la soude, nous avons fait barboter 72^l d'air et nous avons constaté, après barbotage, une acidité de $0^g,014$ par litre.

Ces essais nous paraissent bien démontrer le rôle joué par l'oxygène de l'air dans l'apparition de l'acide acétique.

Quant aux variations de l'acidité, dont nous ne saurions donner aujourd'hui une explication rigoureuse, nous pensons cependant qu'elles pourraient résulter d'une différence entre les vitesses d'oxydation de l'alcool d'une part, et de la saturation de l'acide produit par les bases du verre d'autre part.

Nous avons constaté que les alcools d'ancienne fabrication ne renferment presque jamais plus de $0^g,050$ d'acide libre par litre et que leur acidité ne varie à nouveau que si on les change de récipient. De même, toutes les fois que nous avons saturé l'acide libre d'un alcool par la soude, nous avons constaté que l'acidité augmentait ensuite rapidement, jusqu'à un maximum qui varie suivant les alcools et les impuretés qu'ils renferment.

Ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après le travail de M. Trillat sur la complexité de l'action catalytique des métaux (*Société chimique*, 1903, p. 939), la nature des récipients renfermant l'alcool semble avoir une influence sur les variations de l'acidité.

C'est ainsi qu'elle augmente plus rapidement dans les verres verts que dans les verres blancs, soit que les premiers aient une action catalytique, soit qu'ils soient plus difficilement attaquables que les seconds.

Nous consignons ci-dessous les variations d'acidité d'un même échantillon d'alcool renfermé dans des récipients différents :

Degré	90°
Acidité primitive	0,014
Aldéhydes	traces
Éthers	0,052

Nature des récipients :	Verre vert.	Verre blanc.	Fer étamé.	Cuivre.
Acidité gagnée après 34 jours	+0,0024	−0,0036	+0,0036	−0,0024

Nous croyons pouvoir, dès maintenant, résumer comme suit nos essais :

L'alcool, à la température ordinaire, est susceptible de s'oxyder lentement au contact de l'air jusqu'à l'apparition de l'acide acétique.

L'acidité est sujette à des variations dans des limites de temps assez restreintes.

Nous tenons à signaler que M. Mathieu a présenté récemment (*Congrès de l'Association des Chimistes de sucrerie*, 22 mars 1905) des résultats de même nature à propos de l'acidité des vins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conductibilité des solutions colloïdales.* Note de M. J. **Duclaux**, présentée par M. Émile Roux.

On sait que d'une façon générale les solutions colloïdales sont peu conductrices, c'est-à-dire que leur conductibilité est beaucoup plus petite que celle des solutions cristalloïdes *équivalentes*, contenant à l'état de dissolution ordinaire les mêmes éléments en quantité égale. Ainsi la conductibilité d'une solution colloïdale d'hydrate ferrique est beaucoup plus faible qu'elle ne le serait si cet hydrate était dissous et électrolytiquement dissocié, comme l'hydrate de potassium par exemple.

Cependant cette conductibilité n'est jamais nulle : comme il est impossible que la solution soit rigoureusement exempte de cristalloïdes, on rap-

porte généralement la faible conductibilité observée à ces traces de substances dissoutes; dans cette hypothèse, la conductibilité du liquide ne changerait pas d'une façon appréciable si par un moyen *mécanique* quelconque on en séparait les micelles.

Elle ne pourrait non plus rester exactement la même, puisque, comme les ions, les micelles se déplacent dans un champ électrique, avec une vitesse du même ordre que la leur : ce déplacement produit nécessairement un courant. Ainsi, la quantité d'électricité transportée par la matière à l'état de micelle n'est pas nulle : elle est dans un certain rapport avec celle que transporte la matière à l'état d'ion, et ce rapport est très petit : la question qui se pose est simplement de déterminer sa valeur, ou du moins son ordre de grandeur.

Cette question serait immédiatement résoluble si l'on pouvait faire la synthèse d'une solution colloïdale, comme on fait celle d'une solution ordinaire, à partir de ses éléments. Mais un colloïde pur, desséché ou précipité, ne se redissout pas dans l'eau par simple contact. Dans un cas particulier, en employant la pulvérisation électrique (procédé de Bredig), il n'est pas certain qu'aucune réaction chimique n'accompagne la désagrégation du métal sur lequel on opère. On est donc ramené à étudier la séparation de la micelle et du liquide intermicellaire. On peut la réaliser par une filtration sur collodion suivant le procédé indiqué récemment par le Dr Malfitano (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1221) : la membrane de collodion retient les micelles et se laisse traverser par les cristalloïdes du liquide intermicellaire, qui passe sans altération. Il est facile de comparer sa conductibilité à celle qu'avait le mélange avant l'opération.

En faisant l'expérience avec des solutions très pures, on constate que les deux conductibilités ne sont pas égales. Le liquide concentré sur le filtre a une conductibilité supérieure, et la différence est d'autant plus grande qu'on le concentre davantage. Ainsi une solution d'hydrate ferrique de Graham, contenant par litre $0,032^{at}$ de fer et ayant une conductibilité de 113.10^{-6}, donne par filtration un liquide incolore de conductibilité 82.10^{-6}, tandis que le résidu, concentré au $\frac{1}{10}$ et contenant toutes les micelles, monte à 280.10^{-6}. Dans ce liquide la conductibilité propre des micelles est donc d'environ 200.10^{-6}.

On peut en déduire approximativement la charge de la matière formant la micelle En effet, cette conductibilité est due, d'une part, au transport de la micelle, de l'autre à la marche en sens contraire de l'ion électronégatif, ici le chlore. Les vitesses des deux déplacements sont d'environ 5^{μ} par seconde ou 5.10^{-4} centimètre dans un champ

de 1 volt par centimètre : la somme $(u+v)$ est donc de 10^{-3} centimètre. A travers une section de 1^{cm^2}, pour cette valeur du champ, la quantité d'électricité qui passe par seconde est, d'après la valeur de la conductibilité donnée plus haut,

$$200.10^{-6}.$$

La solution contenant par litre $0^{at},32$ de fer ou, par centimètre cube,

$$0,96\ 10^{-3} \text{ valence-gramme},$$

portant chacune une quantité d'électricité q, l'intensité du courant est encore

$$10^{-3}.q.0,96.10^{-3}=q.0,96.10^{-6}.$$

En égalant ces deux expressions on trouve

$$q=200 \quad \text{environ.}$$

Ce nombre est environ 500 fois plus faible que celui qui correspond à la valence-gramme d'un ion. Ainsi la charge électrique de la micelle et, par suite (les vitesses de transport étant à peu près les mêmes), la conductibilité de la solution colloïdale, est ici le $\frac{1}{500}$ de ce qu'elle serait pour une solution cristalloïde de même concentration. Ce nombre n'est d'ailleurs pas fixe : il semble pouvoir prendre pour un colloïde déterminé une valeur quelconque au-dessus d'un certain minimum, et j'ai obtenu pour d'autres solutions d'hydrate ferrique des nombres voisins de $\frac{1}{1000}$. Une solution de ferrocyanure de cuivre a donné le chiffre $\frac{1}{800}$; le sulfure d'arsenic $\frac{1}{3500}$.

Ainsi la conductibilité des solutions colloïdales, quoique faible, n'est nullement négligeable. Elle est petite si on la rapporte à la *masse totale* du colloïde. Mais j'ai montré déjà par l'étude de la composition chimique [1] qu'une très faible partie seulement de cette masse est *active*, c'est-à-dire prend part aux réactions chimiques : qu'en particulier il n'y a pas disproportion entre cette fraction active et la quantité d'un sel coagulant nécessaire pour précipiter le colloïde. Il n'y a pas non plus disproportion avec la conductibilité. Je montrerai prochainement que la faible pression osmotique des colloïdes est encore en rapport avec la valeur de cette fraction, qui est ainsi *chimiquement et physiquement* active, et que le rapprochement de ces diverses relations permet de déduire simplement les unes des autres les propriétés des colloïdes.

---

(1) *Thèse de Doctorat*, Paris, 1904, p. 47 et 81.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de* nouméite *à l'état détritique dans l'Éocène néo-calédonien.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Je rappellerai que j'ai eu l'occasion de signaler, il y a peu de temps, de concert avec M. Piroutet, la présence de l'Éocène en Nouvelle-Calédonie (1), d'après mes études sur des échantillons rapportés par lui, et qu'il attribua primitivement au Carbonifère (2) par suite d'une erreur commise en déterminant comme *Piroulines* des *Orthophragmina*, *Operculines*, accompagnées d'autres formes typiques, notamment des *Nummulites*, le tout constituant une forme pourvue d'un cachet nettement éocène. M. Piroutet paraît avoir cependant définitivement accepté mon attribution de ce niveau à l'Éocène (3), attribution que je compte démontrer en indiquant en même temps l'identité presque absolue qui existe entre l'Éocène javanais décrit par Verbeck (4) et l'Éocène néo-calédonien au point de vue du facies des dépôts.

Les dépôts éocènes néo-calédoniens paraissent débuter par un conglomérat à grosses *Orthophragmina* épaisses appartenant aux *Discocyclines*, avec toute une faune de petites *Nummulites*, des *Lithothamnes*, etc. Ces conglomérats, dont les éléments, d'après M. Piroutet, sont fort variables comme grosseur suivant les points, renferment des débris roulés de toutes les roches appartenant à des périodes antérieures; on y observe surtout des fragments roulés de roches serpentineuses provenant de la décomposition des péridotites, gabbros, etc., qui forment dans l'île des massifs si puissants. Ces conglomérats passent par transitions à des grès quartzeux d'un gris bleu, bien développés, près de Popidéry, contenant, comme les premiers, une faune abondante d'*Orthophragmina*, *Nummulites*, etc. C'est dans ce niveau extrêmement détritique, ainsi que dans les conglomérats, que j'ai observé un minéral dispersé en rares fragments dans quelques-unes de mes préparations microscopiques, et dont toutes les propriétés sont celles de la *nouméite*.

---

(1) J. Deprat et M. Piroutet, *Sur l'existence et la situation tectonique anormale des dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie* (*Comptes rendus*, 16 janvier 1904).

(2) M. Piroutet, *Note préliminaire sur la géologie d'une partie de la Nouvelle-Calédonie* (*Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. III, p. 160).

(3) M. Piroutet, *Sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie* (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle du Doubs*, n° 10, 1905, p. 54).

(4) Verbeck et Fennema, *Description géologique de Java et de Madœra*, Amsterdam, 1896.

Nettement distinct de la glauconie, très abondante, il se montre transparent en lumière naturelle, d'un vert plus ou moins vif, avec une structure zonée rappelant au microscope celle de la calcédoine. En lumière polarisée, aux nicols croisés, il se montre formé de bandes alternativement amorphes et fibreuses; les bandes fibreuses enveloppent un assemblage de petits sphérolithes à croix noire. Les fibres sont pourvues d'un allongement de signe (+); dans une section, le minéral paraît presque uniaxe tant les axes optiques sont peu écartés. Après décapage d'une lame mince par la benzine pour enlever le baume du Canada, l'action prolongée de HCl ou d'AzO^3H bouillant ne donne que des résultats négatifs, tandis que la glauconie est attaquée (1). L'ensemble de ces propriétés indique bien la *nouméite* (2).

Le minéral n'existe qu'en très petits fragments, rares, atteignant au maximum 1^{mm}, roulés ou anguleux. Par suite de la fragilité de la *nouméite*, il paraît bien évident que ce minéral ne peut provenir de loin. Étant donné qu'il tire son origine de la décomposition de certains éléments (*olivine*) des péridotites et si l'on ajoute, comme je l'ai indiqué plus haut, que les conglomérats transgressifs de l'Éocène contiennent ces mêmes roches à l'état de galets roulés, on devra y voir un argument sérieux en faveur de l'âge antétertiaire (probablement crétacé) d'*une partie* au moins des péridotites et gabbros néo-calédoniens et du cortège de roches variées qui les accompagne.

BOTANIQUE. — *Les Caféiers sauvages de la Guinée française.* Note de M. A. **Chevalier**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

Dans une précédente Note, nous avons fait connaître une nouvelle espèce de *Coffea*, spéciale au centre de l'Afrique, le *C. excelsa*, espèce produisant un café dont la teneur en caféine et les qualités d'arome et de goût font une sorte très estimable.

Dans la Guinée française existent d'autres Caféiers sauvages également intéressants, pour l'étude desquels nous avons rassemblé de nombreux documents au cours de la mission que nous a confiée M. Roume, gouverneur général de l'Afrique occidentale. En attendant l'élaboration d'une

(1) Un essai microchimique sur un fragment soigneusement isolé d'une lame mince m'a donné la réaction caractéristique de la magnésie.

(2) Les propriétés optiques sont bien nettement celles indiquées par M. Lacroix (*Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. I, p. 439, Paris, Baudry) pour la *nouméite* des gisements de la Nouvelle-Calédonie.

étude monographique plus détaillée du genre *Coffea*, poursuivie en collaboration avec M. Dubard, nous croyons utile de faire connaître dès maintenant le résultat de nos premières investigations.

Le *Coffea liberica* Hiern n'a pas encore été rencontré à l'état spontané en Guinée française. Il existe peut-être dans le haut Cavally et dans les forêts du Kissi, sur la frontière de la République de Liberia.

Un autre *Coffea* de cette région, demeuré pour nous introuvable, est le *Coffea Afzelii* Hiern, espèce mal connue, rencontrée autrefois à Sierra-Léone sur notre frontière.

De tous les Caféiers spontanés en Afrique occidentale, l'espèce la plus anciennement connue et que nous avons pu étudier plus à loisir est le *Coffea stenophylla* G. Don, qui produit le *café de Rio-Nunez* récolté depuis longtemps à Sierra-Leone et en Guinée française.

Dans cette dernière colonie, c'est habituellement un arbre de 4^m à 6^m de haut, qui croît à l'état spontané dans les galeries forestières bordant les rivières torrentielles et sous les grands bois des lieux humides. Il est surtout fréquent du dixième au onzième parallèle Nord et du quinzième au seizième degré de longitude ouest de Paris, dans le haut des rivières, entre 400^m et 700^m d'altitude et de 100^{km} à 300^{km} de la mer, dans une contrée où il tombe de $1^m,50$ à 3^m d'eau par an. Plus près de la mer, dans les contrées où l'altitude est inférieure à 300^m et où les pluies sont plus abondantes, par exemple à Boké, sur le Rio-Nunez, point où l'on embarque encore chaque année une petite quantité de ce café, il n'existe qu'à l'état cultivé et cette culture a été vraisemblablement introduite par les Portugais au XVIIe ou au XVIIIe siècle. Il est spontané dans le haut Rio-Nunez ou Pétoum-Bauvé et sur les bords de son affluent, le Kakandi, dans le haut Rio-Pongo ou Fatalla et son affluent le Bambaya. Enfin, il est répandu dans les provinces de Kébou, de Bové Kompéta et de Bové Guémé. Il fait totalement défaut dans le bassin des rivières du Fouta-Djalon se rendant aux fleuves Gambie, Sénégal et Niger. Vers Sierra-Leone, il existerait près de plusieurs rivières du bassin des Scarcies.

Espèce de goût et d'arome exquis, le *Coffea stenophylla* se recommande spécialement pour être cultivé dans les pays montagneux bien irrigués et toujours sous ombrage. Cette dernière condition n'a malheureusement pas été observée dans la plupart des plantations faites jusqu'à ce jour en Guinée.

M. Dybowski a signalé une autre espèce, décrite par M. E. De Wildeman sous le nom de *Coffea affinis*. C'est un Caféier voisin du *C. stenophylla*, mais

bien distinct par ses grandes feuilles de 15^{cm} à 22^{cm} de long sur 5^{cm} à $8^{cm},5$ de large. Il se différencie très nettement des Caféiers du groupe *C. liberica* et *C. canephora* par ses petits fruits devenant à maturité d'un noir luisant sans passer d'abord par la teinte rouge. Ce Caféier, originaire probablement de Sierra-Léone, est cultivé dans quelques jardins à Conakry, mais il n'a pas encore été trouvé en Guinée française à l'état spontané, à notre connaissance.

Il existe enfin en Guinée une troisième espèce de Caféier, observée pour la première fois par M. le Dr Maclaud dans les contreforts occidentaux du Fouta-Djalon. Sur les indications de notre ami M. Maclaud et grâce aussi à l'obligeance de M. l'Administrateur Gautier, nous avons pu retrouver ce Caféier, recueillir des documents qui permettront d'en faire l'étude complète et nous avons pu établir, par l'examen d'abondants matériaux frais, que cette plante constitue une espèce nouvelle possédant les caractères suivants :

Coffea Maclaudi Sp. nov. — Arbuste de 4^m à 5^m de haut, à rameaux grêles, cylindriques, peu comprimés au sommet. Feuilles glabres ovales-lancéolées, plus rarement oblongues, longues de 18^{cm} à 25^{cm}, sur 6^{cm} à $8^{cm},5$ de large, peu coriaces, plutôt minces, papyracées, cunéiformes à la base, toutes plus ou moins brusquement terminées par un étroit acumen, long de 10^{mm} à 20^{mm}, très aigu et apiculé au sommet. Pétiole de 8^{mm} à 15^{mm} de long. Nervures secondaires au nombre de 8 à 12 paires. Stipules longues de 6^{mm} à 9^{mm} recouvertes d'un enduit résineux, larges, triangulaires à la base, puis brusquement terminées en pointe allongée, très aiguë. Fleurs non épanouies en glomérules arrondis, denses, sessiles, situées à l'aisselle des feuilles, toutes recouvertes d'un enduit résineux abondant et accompagnées de bractées foliacées formant des calicules. Inflorescences composées de petits groupes de 3 à 5 fleurs, enfermées dans un calicule commun formé de 2 petites folioles opposées, lancéolées très aiguës, apiculées par la nervure médiane, la partie libre étant longue de 5^{mm} à 6^{mm}, soudée à sa base avec deux écailles opposées plus courtes et non apiculées constituant les stipules de ces folioles. Pas de second calicule spécial à chaque fleur. Pédicelle très court. Calice à peu près nul au moment de l'anthèse. Corolle à 5 lobes ovales. Fruits mûrs ovoïdes, légèrement comprimés, à disque grêle saillant, dépassant la cicatrice du calice. Cerises sèches mesurant ordinairement 10^{mm} de long sur 8^{mm} de large. Graines ovoïdes à face aplatie, mesurant 8^{mm} de long sur 5^{mm} à 6^{mm} de large.

Le *Coffea Maclaudi* croît dans le Haut Konkouré, à environ 250^{km} de la côte et à 700^m d'altitude. Jusqu'à présent, il n'a été rencontré qu'en un seul point, près du village de Bilima, au pied d'un massif rocheux, sous un ombrage épais et constamment humide, dans un sol caillouteux. M. l'administrateur Bastier, qui a fait récolter les cerises mûres en janvier, évalue le rendement à 400^g de grains par pied et l'arbuste ne fructifierait qu'une

année sur deux. D'après nos pesées, on compte 10600 graines sèches au kilogramme.

Nous avons dégusté le café fabriqué avec le *Coffea Maclaudi* et nous l'avons trouvé excellent. Sa saveur est un peu amère, comme celle de tous les cafés produits par des arbustes sauvages, mais elle est agréable et elle rappelle beaucoup le café du *Coffea excelsa*, malgré l'éloignement de ces deux espèces.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur l'*Oïdium lactis *et la maturation de la crème et des fromages.* Note de MM. J. **Arthaud-Berthet**, présentée par M. Emile Roux.

L'*Oïdium lactis* a déjà été étudié par un certain nombre d'auteurs : Brefeld, Hansen, Grawitz, Duclaux, Jensen, Marchal, Lang et Freundenreich. Au cours de recherches que j'ai faites sur l'industrie laitière depuis la fin de 1902, à l'Institut Pasteur, dans le laboratoire de M. Mazé et sous sa direction, ou dans différentes missions d'études en Normandie et dans la Brie, j'ai réuni à son sujet quelques observations théoriques et pratiques qui feront l'objet de la présente Note.

L'*O. lactis* se rencontre presque toujours dans le lait, la crème, le beurre et sur les fromages au moins au début de la fabrication. Il vit d'ailleurs un peu partout sur les substances organiques, dans le sol, sur les litières, les fourrages, etc.; il suffit d'employer une méthode d'isolement convenable pour l'y trouver. J'ai pu ainsi isoler de nombreuses variétés dont je poursuis l'étude morphologique et physiologique et dont j'observe l'action sur le lait ou ses produits dérivés.

Pour cette dernière partie, j'ai surtout employé comme moyen d'étude la pasteurisation à 65° pendant 5 minutes. J'ai vérifié que l'*O. lactis*, les levures, les mycodermes et de nombreux ferments de la caséine, introduits dans de la crème ou du lait frais stériles, meurent toujours dans ces conditions. De plus, et cela est essentiel, on n'observe pas de *goût de cuit* et le lait conserve la faculté de coaguler par la présure. C'est donc là une pasteurisation pratique, satisfaisante pour les industries relatives aux beurres et aux fromages. On ne peut l'obtenir que très difficilement avec les pasteurisateurs proposés jusqu'ici et basés sur l'emploi de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau; le degré et la durée de chauffage sont très variables. J'ai eu l'idée d'appliquer à la pasteurisation la fixité de température des vapeurs saturantes fournies par un liquide à point d'ébullition convenable, et nous avons réalisé avec MM. Mazé et Perrier un appareil reposant sur ce principe.

La pasteurisation ainsi comprise peut être employée dans la fabrication du beurre et des fromages et y apporter de notables améliorations. Elle détruit dans la crème les microorganismes provoquant le rancissement et, parmi eux, l'un des plus dangereux est l'*O. lactis*. J'étudie en ce moment l'action de cette moisissure sur les matières grasses et plus généralement ses relations avec les corps gras. La pasteurisation favorise ainsi la conservation du beurre. J'ai reconnu d'autre part que la crème, ensemencée avec un mélange convenable de ferments lactiques provenant de nos meilleurs beurres de Normandie, de Bretagne et des Charentes, additionné de levures et de ferments de la caséine appropriés, donne un produit qui atteint les qualités de finesse et de bouquet des excellents beurres d'Isigny. L'oïdium n'intervient donc pas dans la maturation normale de la crème; c'est par contre, comme je l'ai dit plus haut, une cause importante du rancissement,

Dans l'industrie fromagère, l'*O. lactis* constitue souvent une véritable maladie appelée la *graisse* ou la *frisure,* particulièrement sur les fromages à mucédinées.

Mais, dans certains cas, il exerce une influence favorable ou même joue un rôle essentiel dans la maturation, comme l'a montré M. Marchal pour les fromages belges de Herve et de Cassette ([1]), et comme je l'établirai pour ceux de Camembert, de Pont-l'Évêque, de Maroilles, etc. La pasteurisation et la méthode analytique sont encore ici d'excellents moyens de recherches. Pour éviter les causes de contamination, il suffit de stériliser tout le matériel employé et d'enfermer les fromages d'essai, à partir de la mise en moules, dans de grandes boîtes de Petri.

Ce dispositif m'a permis de faire très régulièrement, au moyen de la pasteurisation du lait et d'un ensemencement rationnel de ferments, de nombreuses séries de fromages et de noter quelques résultats intéressant d'une façon directe ou indirecte l'*O. lactis*.

Les ferments lactiques sont nécessaires et indispensables pour empêcher, par l'acide lactique qu'ils produisent aux dépens du lactose, un développement exagéré de cette mucédinée. Ils agissent de même à l'égard des ferments butyriques et de certains ferments nuisibles de la caséine. Ce sont donc de véritables agents autorégulateurs de la maturation. Ils aident d'autre part à l'action de la présure et favorisent considérablement l'égouttage. Un fromage sans ferments lactiques reste mou, s'égoutte mal, se déforme, est livré à diverses causes d'altération et mûrit hâtivement sans acquérir les qualités recherchées.

L'*O. lactis* ainsi que les mycodermes, les levures, comme l'a écrit Duclaux pour le *Penicillium* ([1]), brûlent l'acide lactique à la surface du fromage; il en est de même pour les traces d'alcool et d'acide acétique. Je l'ai vérifié en les cultivant sur un milieu minéral qui ne contenait que l'un de ces corps comme aliment carboné. On le voit plus directement encore en faisant des fromages avec ou sans moisissure, toutes les autres conditions étant égales d'ailleurs : sans moisissure, la pâte reste acide alors que dans le cas contraire elle devient alcaline.

L'*O. lactis,* ainsi que le *Penicillium*, interviennent aussi dans la sapidité du fromage, directement par leur action sur ses éléments constitutifs ou indirectement par les produits de digestion que donnent à leurs dépens diverses bactéries, en particulier du

---

([1]) Marchal, *Annales de la Société Belge de microscopie,* t. XIX, 1895, p. 29.

genre *tyrothrix*. J'ai été ainsi amené à choisir, parmi les nombreuses variétés que l'on rencontre dans la nature, celles qui donnent les meilleurs résultats. La méthode indiquée plus haut était indispensable pour faire cette sélection, car il faut tenir compte des phénomènes de symbiose et de parasitisme qui se passent entre les mucédinées et les bactéries constituant la flore spéciale de chaque sorte de fromages.

Toutes ces espèces sécrètent, avec les produits sapides propres à chacune d'elles, les différentes diastases qui contribuent à faire mûrir le fromage. Toutes, en particulier, donnent de la caséase, diastase mise en évidence par Duclaux (1), et qui solubilise progressivement la caséine. Mais ici, il faut faire la part du rôle de l'ammoniaque. Ce corps ne change pas seulement la réaction du milieu, mais il agit directement sur la caséine par son pouvoir dissolvant. J'ai fait chez M. Guérault, en novembre et décembre derniers à La Fère-Champenoise (Marne), des fromages avec du lait pasteurisé et non ensemencé, et j'ai pu leur faire acquérir à volonté en 12 heures, 24 heures ou plusieurs jours, sous l'influence de l'ammoniaque, l'aspect et la consistance de la pâte d'un fromage affiné. Ces résultats corroborent et expliquent des faits analogues cités par MM. Lindet, L. Ammann et Houdet (2) et par M. Lézé (3). Il y a lieu de les utiliser convenablement dans les caves d'affinage.

On voit ainsi que l'on peut, par cette méthode d'étude, non seulement appliquer l'analyse aux actions microbiennes et étudier le rôle d'un microorganisme tel que l'*O. lactis*, mais encore l'étendre aux actions physiques ou chimiques dont l'ensemble préside aux transformations multiples que comportent ces différents phénomènes de maturation.

CRYPTOGAMIE. — *Sur le* Stearophora radicicola, *Champignon des racines de la Vigne*. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. Guignard.

Au cours de nos recherches sur la Phthiriose de la Vigne en 1899, nous avons observé, dans les tissus des racines de Vignes mortes ou mourantes, un Champignon que nous retrouvions ensuite dans des racines attaquées par le Phylloxera, le *Cœpophagus echinopus*, l'Anguillule du Chili, le Gribouri, racines dont il complétait la destruction. Nous l'avons retrouvé en 1901 et 1902, puis en 1904 et 1905, dans des racines de Vignes provenant d'Algérie et surtout de Tunisie qui dépérissaient sous l'action de causes

(1) Duclaux, *Troisième Mémoire sur le lait* (*Annales de l'Institut agronomique*, t. IX, 1884).

(2) Lindet, L. Ammann et Houdet, *Annales de l'Institut agronomique*, oct. 1904.

(3) Lézé, *Préparation et maturation des caillés de fromagerie*, janvier 1905.

non déterminées. La présence de ce Champignon dans les tissus encore vivants (écorce, liber mou, rayons médullaires, zone génératrice) des racines de Vignes algériennes et tunisiennes peut faire penser qu'il joue un rôle parasitaire. Les expériences d'inoculation en cours et une étude sur place des Vignes malades pourront seules nous permettre de définir ce rôle. Toutefois, l'action parasitaire de ce Champignon sur les animaux a été nettement établie par MM. les Drs Charrin et Le Play (voir ci-après). Des inoculations de culture pure leur ont permis d'observer chez les Lapins et les Cobayes des lésions très graves dont ils rendent compte dans une Note spéciale.

Ce Champignon, auquel nous donnons le nom de *Stearophora radicicola*, a été isolé et cultivé, depuis 1900, sur milieux solides et liquides. Son étude extrêmement délicate et son organisation très particulière ont nécessité de très longues observations et des cultures très variées. Nous obtenons maintenant, sur certains milieux, des plaques pures du Champignon qui ont 20^{cm} à 25^{cm} de diamètre et une épaisseur de 2^{mm} à 6^{mm}. Nous indiquerons plus tard l'action qu'il exerce sur les milieux et notamment sur les corps gras (huiles, graisse, beurre, etc.), sur lesquels il pousse vigoureusement.

Dans les racines phthiriosées, phylloxérées, cépophagées, aussi bien que dans celles qui sont peut-être déprimées par son action directe (Tunisie et Algérie), le *Stearophora radicicola* pénètre les tissus de tout le système radiculaire, mais il s'arrête toujours au niveau du collet et ne remonte pas dans la tige, manifestant ainsi une localisation très caractéristique. Sur une coupe de racine envahie, le mycélium, très grêle et incolore ou noir, à parois épaisses et à articles parfois très courts, s'insinue dans tous les tissus de l'écorce et du bois; celui-ci est parfois zébré de lignes noires visibles à l'œil nu dans la région des vaisseaux, des rayons médullaires, et parfois même de la zone génératrice (Tunisie). Le mycélium se condense le plus souvent dans les vaisseaux sous l'aspect de masses brunes mamelonnées qui remplissent toute la lumière de ceux-ci et qui sont des sclérotes. Des sclérotes plus petits peuvent être disséminés, çà et là, dans les cellules du tissu conjonctif de l'écorce, de la zone génératrice et des rayons médullaires; ils en occupent toute la cavité.

En culture, le mycélium forme un lacis grisaille de fins filaments qui, peu à peu, se condense, brunit, et forme des plaques épaisses carbonacées, dures et cassantes comme de la braise. L'ensemble des plaques est formé, pour les neuf dixièmes, par des sclérotes disposés en séries radiales. Ils sont ovoïdes ou sphériques, plus ou moins confluents, d'un noir foncé; leur diamètre oscille entre 50^{μ} et 100^{μ}. La trame est constituée par un pseudo-parenchyme formé, dans toute l'épaisseur, de cellules polyédriques à lamelle moyenne brun foncé ou noire et à membrane interne incolore; les cellules sont remplies, quand les sclérotes sont mûrs, de très gros globules de graisse. Cette graisse représente au moins les quinze centièmes du poids total de la matière sèche; extraite

par l'éther, elle a un aspect blanc jaunâtre, elle est onctueuse et émet une odeur de suif très caractéristique.

Quand les plaques arrêtent leur végétation sur milieu épuisé, il se forme, aux dépens des sclérotes et au bout d'un temps assez long, deux sortes d'organes fructifères, différents de ceux qu'on est habitué à rencontrer chez les Champignons. On voit, en effet, se développer un lacis de filaments bruns ou noirs, ayant l'aspect d'un buisson d'épines; sur les diverses branches de ce buisson noir, se détachent, latéralement et en grand nombre, des filaments extrêmement ténus, terminés en pointe effilée et plus ou moins incolores. Ces filaments, véritables poils fructifères, longs de 20^{μ} à 40^{μ}, larges de 1^{μ} à 2^{μ}, formés d'une file de 2 à 4 cellules, produisent leurs spores exclusivement dans la cellule terminale, longue de 10^{μ} à 30^{μ}, qui est toujours incolore. Les spores paraissent y naître à la suite d'un certain nombre de bipartitions successives du noyau de la cellule mère et sont généralement au nombre de huit. Elles s'échappent successivement à travers le sommet très effilé de la cellule sporifère; elles sont subovoïdes, presque fusiformes, et ont 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de longueur et $0^{\mu},8$ à 1^{μ} d'épaisseur. Leur forme, qui rappelle celle de bacilles très courts, nous les a fait confondre, au début, avec des bactériacées, et nous a fait rejeter, pendant deux ans, un très grand nombre de cultures que nous croyions contaminées. L'extrême petitesse de ces corps explique leur cheminement dans les tissus de la Vigne, même à travers la lumière des cellules, et, dans les tissus animaux, leur passage facile dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Un second organe de reproduction apparaît, sur d'autres milieux de culture, aux dépens des gros filaments bruns, dans la région des cloisons. Là, soit sur le parcours d'un filament, soit au niveau de l'insertion d'un rameau, la membrane se dédouble en une partie interne, qui garde le calibre du filament, et en une partie externe dilatée en ampoule traversée par le filament. Cette ampoule mesure 10^{μ} à 15^{μ} de diamètre. C'est dans l'espace laissé entre les deux feuillets de la membrane ainsi dédoublée que se forment un certain nombre de spores, en tout semblables à celles des poils fructifères.

L'ensemencement souvent répété de ces spores dans nos milieux de culture nous a permis de reproduire les grosses plaques carbonacées et de démontrer leur relation d'origine avec le *Stearophora radicicola*.

Nous avions d'abord songé à rattacher cette espèce nouvelle au groupe, d'ailleurs mal nommé, des *Endoconidium;* mais les données vagues et insuffisantes, publiées sur la genèse des spores dans ce genre, ne nous ont pas permis de confirmer l'assimilation, et nous espérons pouvoir établir, dans un travail ultérieur, que le *Stearophora* constitue un groupe spécial représentant vraisemblablement un type primitif d'Ascomycètes à asques dissociées.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Action pathogène du* Stearophora radicicola *sur les animaux*. Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. Guignard.

Le Champignon (*Stearophora radicicola*), étudié d'autre part (voir ci-dessus) par MM. Mangin et Viala, est doué d'intéressantes propriétés pathogènes. Grâce aux cultures pures qu'il nous ont fournies, nous avons réussi à établir qu'il est apte à déterminer chez les animaux des troubles graves.

A la suite d'injections sous-cutanées ou intra-péritonéales, on voit se développer, sous la peau ou dans les séreuses, une série de nodosités de volume variable, dont les plus considérables peuvent présenter les dimensions d'un œuf de pigeon. Par leur aspect, leur nombre et leurs dispositions, ces nodosités évoquent au premier abord l'idée d'une carcinose. De nature à la fois inflammatoire et parasitaire, ces pseudo-tumeurs sont constituées par de rares fibrilles conjonctives, des lymphocytes et quelques leucocytes polynucléaires; elles renferment, en outre, le Champignon à l'état de sclérotes, de filaments mycéliens ou plus exceptionnellement d'articles ovoïdes disjoints, contenant tous un pigment noir qui donne à ces nodosités l'apparence de productions mélaniques.

On retrouve le *Stearophora* dans l'intimité des viscères; sa migration a pu s'y produire par les spores qui sont au plus grosses comme des bactéries et peut-être aussi par les plus fins filaments mycéliens; dans ce dernier cas, sa diffusion nous permet de comprendre comment des bactéries, dont les proportions sont plus réduites, peuvent franchir les épithéliums et se répandre un peu partout.

Dans le foie, on rencontre des lésions disposées en îlots. Au centre de ces îlots, on décèle des filaments mycéliens plus ou moins étendus et entrecroisés et des sclérotes nettement caractérisés; à leur niveau, le parenchyme hépatique est raréfié ou même, çà et là, disparu; en s'éloignant, on aperçoit des débris cellulaires et, à la périphérie de ces lésions nodulaires nettement limitées par une capsule fibreuse, existent des noyaux assez nombreux et des globules blancs. En définitive, ce processus rappelle l'hépatite insulaire accompagnée de formations adénomateuses, autrement dit, rappelle certains néoplasmes. Aussi de telles constatations sont-elles éminemment suggestives. Grâce aux activités phagocytaires ou aux attributs

humoraux, par places tout au moins, le parasite disparaît et, si l'examen a lieu tardivement, on ne découvre plus que ces processus qui relèvent en même temps et d'une inflammation néoplasique et de la mélanose. Sans doute ici la présence de quelques éléments polynucléaires rapproche ces modifications du domaine de cette inflammation; en revanche, l'absence de suppuration, les analogies de la trame avec celles de quelques adénomes ou même de quelques sarcomes fasciculés, l'existence des granulations pigmentaires, tous ces caractères conduisent inévitablement à penser aux tumeurs mélaniques; on est amené à se demander si, tout au moins dans quelques cas, la genèse si discutée de ces néoplasmes ne relève pas de l'intervention de parasites de cet ordre.

Les altérations rénales portent de préférence sur les cellules des tubuli. Le Champignon se présente sous forme d'articles ovoïdes; il ne s'allonge pas en filaments réguliers et continus comme dans le foie; en outre, les cultures établissent qu'à ce niveau sa vitalité est inférieure à ce qu'elle est dans la glande biliaire; on le trouve encore dans cette glande alors que le rein n'en contient plus. Ces différences morphologiques et physiologiques tiennent, en partie, à la diversité des principes qui constituent ces deux viscères. Quand, parallèlement, on cultive le *Stearophora*, d'un côté, dans des milieux renfermant avant tout des hydrates de carbone, de l'autre, dans des bouillons où l'albumine et l'urée ont remplacé ces hydrates de carbone, on voit bien vite que, dans les premiers rappelant plus ou moins élémentairement le parenchyme hépatique, le développement, le fonctionnement, le nombre, la nature des principes toxiques engendrés sont tout autres que dans les seconds qui correspondent plutôt au tissu rénal; dans ces seconds bouillons, l'évolution est plus restreinte. Une fois de plus on conçoit comment, non seulement d'espèce à espèce, mais pour un même animal, d'organe à organe, les processus morbides varient.

Dans la rate, dans la partie médullaire des capsules surrénales, dans le système nerveux, etc., on découvre des foyers hémorragiques de variable importance.

Les globules rouges et l'hémoglobine du sang sont en diminution. On est en présence d'une anémie d'origine parasitaire, en même temps quantitative et qualitative.

A coup sûr, ces données sont intéressantes; néanmoins, elles sont peut-être moins importantes que les modifications (nodosités, courbures, etc.) portant sur le squelette : ces modifications s'accompagnent d'une diminution de l'eau, de l'acide phosphorique et de la chaux.

L'analyse du tibia et du péroné, pris sur des animaux inoculés, nous a donné les chiffres suivants : poids 0g,5078; H^2O pour 100, 29,91; P^2O^5, 29,43; CaO, 51,3. Ces mêmes os, chez des témoins, analysés de la même façon, ont fourni des résultats sensiblement différents : poids 1g,305; H^2O pour 100, 36,62; P^2O^5, 33,5; CaO, 57,2. En outre, la radiographie montre que les premiers sont plus transparents.

Les analyses urinaires, comme, du reste, l'amaigrissement, l'état des poils, etc., indiquent aussi des troubles de la nutrition. Chez les sujets infectés, par litre, l'urée atteint 6,4; l'acide phosphorique 0,436; le coefficient azoturique s'abaisse à 0,83. Chez les témoins, ces chiffres, pour 1000, correspondent à 5,77 (urée), 0,378 (P^2O^5), 0,89 $\left(\frac{\text{Az U}}{\text{Az T}}\right)$.

L'alcalinité humorale, la température offrent des oscillations et, sans doute, grâce à ces troubles anatomiques et fonctionnels, à ces lésions et à ces tares chimiques, les infections secondaires deviennent plus faciles.

On voit que le *Stearophora* est capable de provoquer une série de désordres, de se montrer nettement pathogène. Parmi ces désordres, il est permis de mettre en évidence, et de retenir avant tout autre, les pseudo-tumeurs mélaniques, l'anémie, les altérations du squelette. Ces résultats sont d'autant plus importants que d'autres parasites végétaux du groupe des Champignons nous ont permis de les réaliser. A ces divers points de vue, quand il s'agit d'établir le rôle des agents pathogènes, on ne saurait trop tenir compte des troubles que ces infiniment petits peuvent engendrer.

ZOOLOGIE. — *Phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies.* Note de MM. **M. Caullery** et **F. Mesnil**.

Nous avons décrit l'an dernier (1) un type d'Actinomyxidies (*Sphæractinomyxon stolci* C. et M.), parasite d'Oligochètes marins, et fait connaître, pour la première fois, les traits principaux du développement de ces curieux Protozoaires. Léger qui, de son côté, étudiait une forme voisine (*Triactinomyxon ignotum* Stolc) arrivait à des résultats tout à fait analogues (2).

Voici le résumé des points les plus importants : aux dépens d'un premier stade binucléé s'en forme un autre, composé de deux cellules internes et de deux cellules externes enveloppantes. Ces deux dernières se distendront (sans se diviser désormais) pour former la paroi d'un kyste où s'effectuera tout le développement. Les deux cellules internes se multiplieront et

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 5 mars 1904, p. 408.
(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 21 mai 1904, p. 844.

auront donné à un certain moment dix cellules dont deux grosses et huit petites. Un peu plus tard, le kyste renferme huit masses pluricellulaires qui deviennent les parois d'autant de spores et huit autres masses plurinucléaires, d'abord extérieures aux premières, mais qui pénétreront finalement à l'intérieur de celles-ci pour former le tissu germinal des spores. Nous avions cru (et Léger s'était rallié à cette opinion) que les huit petits éléments du stade à dix cellules internes donnaient naissance aux parois des spores et les deux grosses cellules du même stade, par des divisions répétées, au tissu germinal.

Nous avons pu compléter ces premières recherches, faites sur des matériaux très restreints, grâce à l'obligeance de M. Ch. Pérez qui a retrouvé à Royan, en abondance, *Sphæractinomyxon stolci* et nous en a fourni à diverses reprises. Nous avons pu ainsi suivre d'une façon précise la différenciation des spores et de leur contenu et mettre en évidence que leur formation a pour base un phénomène de sexualité, important pour la connaissance du cycle évolutif des Actinomyxidies, entièrement nouveau dans ce groupe et dont on ne connaît pas encore d'équivalent dans les types voisins, tels que les Myxosporidies. Nous n'en donnerons ici que les traits essentiels, devant publier incessamment un Mémoire détaillé avec planches.

Après le stade à 10 cellules internes rappelé plus haut, les deux grosses cellules se divisent à leur tour (les huit petites restant au repos) et le kyste arrive à contenir *seize* cellules sensiblement égales. *Elles se conjuguent deux à deux.* Les deux éléments d'un couple ont des noyaux un peu inégaux et de structure différente. Il semble donc bien qu'il y ait une certaine *anisogamie.* Les corps cellulaires des deux conjoints, d'abord distincts, se confondent (la cloison de séparation disparaît) et se condensent; les noyaux se rapprochent, s'égalisent, présentent alors un magnifique réseau chromatique et s'accolent intimement.

Le kyste ne renferme plus, dans les stades suivants, que *huit* masses. Chacune d'elles passe par une série d'états plurinucléaires et même pluricellulaires; l'un des noyaux nous a paru en général plus gros; les stades que nous avons observés présentent successivement 3, 4, 5, 6, 7, 8 noyaux en tout. Ensuite, chacun des huit corps se sépare en deux portions : d'une part, vers le centre du kyste, s'isole un ensemble de six cellules qui ne se diviseront plus, mais formeront une enveloppe sporale (trois des cellules produisent les capsules polaires, les trois autres l'enveloppe proprement dite); d'autre part, contre la paroi du kyste, une masse renfermant plusieurs noyaux et provenant du noyau plus gros que nous avons signalé ci-dessus. Il y a donc désormais, dans le kyste, seize masses : au centre, les huit enveloppes sporales; à la périphérie, les huit masses germinales dont nous avons décrit l'an dernier l'évolution ultérieure; nous avons reconnu en plus, cette année, leur décomposition finale en nombreux sporozoïtes uninucléés (Cf. *Triactinomyxon*). Les phénomènes précédents sont accompagnés

d'expulsions chromatiques que nous nous bornons à indiquer. Léger en a signalé d'ailleurs chez *Triactinomyxon*.

Il résulte donc de nos observations que la différenciation des enveloppes sporales et des masses germinales est le résultat d'une véritable conjugaison, qui paraît légèrement anisogamique. Tout donne à penser que les huit petites cellules du stade 10 donnent les huit gamètes d'une des catégories et les deux grosses cellules, les huit gamètes de la seconde catégorie. L'anisogamie serait donc plus nette au stade 10 qu'au moment même de la conjugaison. Si le stade 10 a une signification anisogamique, celle-ci est non moins manifeste au moment où le kyste ne renferme que six cellules. Nous en trouvons la trace également au stade à quatre cellules internes; l'existence même d'un stade à trois cellules internes nous donne lieu de penser que les deux cellules internes primitives sont déjà sexuellement différentes ([1]).

Ces faits indiquent une différenciation très haute chez les Actinomyxidies et qui se manifeste, au cours du développement, en un mécanisme d'une régulation parfaite. La description donnée l'an dernier par Léger du développement de *Triactinomyxon* laisse supposer que l'on retrouvera, chez les autres *Actinomyxidies*, l'équivalent exact de ce que nous décrivons ici, en particulier la conjugaison des gamètes.

Nous insisterons, dans notre Mémoire détaillé, sur la comparaison avec les phénomènes de sexualité connus chez les autres Sporozoaires, en particulier chez les Grégarines, et nous chercherons s'il est possible d'interpréter dans ce sens certains phénomènes qui accompagnent la sporulation des Myxosporidies.

EMBRYOGÉNIE. — *Les phénomènes histogéniques de la reproduction asexuelle chez les Salmacines et les Filogranes.* Note de M. A. **Malaquin**, présentée par M. Edmond Perrier.

La reproduction asexuelle des Salmacines et des Filogranes est préparée longtemps avant toute manifestation extérieure de la scissiparité, par

([1]) Il est possible que le stade binucléé initial résulte de la fusion d'éléments uninucléés que nous avons observés dans les cellules de l'épithélium intestinal de l'hôte et qui s'accomplirait dès leur arrivée dans la cavité générale. Léger a émis l'opinion que, chez *Triactinomyxon*, il y avait probablement à ce moment une copulation. Nous n'avons jamais vu là de fusion des deux noyaux et nous croyons qu'il y a simplement juxtaposition, la conjugaison véritable s'effectuant plus tard, comme il résulte de la description ci-dessus; la formation du stade binucléé n'en serait que le prélude.

l'accumulation dans chacun des segments postérieurs ou abdominaux de quatre masses histogéniques spéciales, situées entre les faisceaux musculaires (dorsaux et ventraux) et l'endothélium cœlomique et qui peuvent être, en conséquence, considérées comme mésodermiques, dans le sens topographique du mot. Au maximum de leur développement, ces masses, formées de cellules de couleur jaunâtre, distendent les anneaux du serpulide; elles font hernie vers la cavité générale qui se trouve ainsi très réduite, et donnent à cette région postérieure du corps l'aspect habituel à la région génitale du corps chez les Annélides.

Chez la *Filograna implexa* ces cellules sont de taille relativement grande : 15^{μ} à 22^{μ}, irrégulièrement polyédriques par compression réciproque. Elle ont un noyau très chromatique, central, au milieu d'une substance formée de sphérules réfringents analogues, sinon identiques, à ceux de la substance lécithique.

Au fur et à mesure de l'accroissement des segments en avant du pygidium, des éléments embryonnaires, mésenchymateux, s'accumulent dans l'espace compris entre l'ectoderme et les somites cœlomiques, espace qui n'est autre que le *blastocœle* ou *hæmocœle*. L'ensemble de ces éléments indifférenciés donne principalement naissance aux muscles et au sang; ceux d'entre eux qui ne se spécialisent pas s'immobilisent entre les fibres longitudinales et l'endothélium péritonéal. Dans les individus se préparant à la schizogenèse, ces éléments produisent les masses histogéniques par l'accumulation de la substance de réserve jaunâtre et l'augmentation progressive de leur volume.

Il est très important de remarquer que ce matériel histogénique occupe précisément la place où se développent les cellules sexuelles des Filogranes et Salmacines. En outre, l'examen comparatif des segments en voie d'accroissement d'un individu sexué et des segments correspondants d'un individu se préparant à la reproduction asexuelle montre une ressemblance extrême, au point de vue histologique, des cellules sexuelles et des cellules des masses histogéniques. Il y a plus, chez la *Filograna implexa*, j'ai constaté, dans les segments situés en avant de l'individu schizogénique, la production d'ovules dont l'accroissement est restreint, il est vrai, mais qui tombent comme les ovules ordinaires dans le cœlome. Or ces ovules proviennent d'amas histogéniques semblables à ceux qui en arrière sont placés dans le schizozoïte.

L'activité des masses histogéniques débute dans les segments antérieurs de la région asexuelle, mais pas nécessairement dans le plus antérieur. Les histoblastes se multiplient activement par karyokinèse et se fractionnent en éléments mobiles, mésenchymateux, de petite taille, 5^{μ} à 6^{μ}, à gros noyau, très semblable aux amœbocytes. Ces cellules se portent vers la périphérie, s'insinuant entre les faisceaux musculaires longitudinaux,

bouleversant leurs fibres, et traversant par effraction la mince couche des muscles circulaires, vont s'intercaler dans l'épiderme ancien.

Cette poussée de cellules migratrices vers l'extérieur est d'abord localisée à l'endroit de la région dorsale où proliférera la tête de l'individu fissipare, par intercalation entre les éléments de l'épiderme ancien, puis par l'adjonction continuelle d'éléments nouveaux, venus de la profondeur même. Les cellules anciennes de l'épiderme ne prennent aucune part à ces phénomèmes de prolifération.

Bientôt la rénovation s'étend; de nombreux histoblastes, se détachant des amas histogéniques, viennent augmenter l'épaisseur de l'épiderme, puis la couche ainsi rénovée se plisse vers l'extérieur, s'évagine et forme le bourrelet saillant, qui est le phénomène initial de la prolifération schizogénique externe.

Ainsi la blastogenèse de la zone nouvellement acquise est la conséquence d'un phénomène de rénovation exagéré qui a son siège loin de la surface. Tous les organes et tissus nouvellement formés dans la schizogenèse tirent leur origine de la multiplication et de la migration de ces cellules mésenchymateuses; le vaste stomodeum annulaire du schizozoïte, l'appareil branchial sont les conséquences de cette prolifération active. Le cerveau, les bandes musculaires des segments nouveaux, l'épithélium intestinal, etc. tirent leur origine de ces histoblastes.

Les amas histogéniques participent d'une autre manière à la schizogenèse. Ainsi que je l'ai indiqué dans une Note précédente, seuls les segments antérieurs du schizozoïte (la tête avec les branchies, les deux premiers segments thoraciques) sont nouveaux, les segments thoraciques qui suivent résultent de la métamorphose des segments anciens abdominaux. Cette transformation est la conséquence de la suppression d'organes préformés (soies, muscles, etc.), par une phagocytose typique. Ce phénomène est surtout démonstratif pour les soies, organes dont la plus grande partie est externe. Ces soies sont attirées vers l'intérieur du corps, puis englobées, fragmentées par les phagocytes. Ces derniers ne sont pas autre chose que certains des histoblastes qui ne sont pas divisés et sont restés de grande taille.

A la fin de ces phénomènes de transformation interne, c'est-à-dire à la fin de la schizogenèse, les cellules des amas histogéniques se fusionnent et ces derniers prennent l'aspect d'un syncitium à noyaux multiples.

Ainsi que le montre ce court exposé, la schizogenèse ou reproduction asexuelle des Salmacines et Filogranes est reliée étroitement à la reproduction sexuelle par les phénomènes histogéniques qui l'accompagnent, *puisque le matériel de la prolifération est homologue au matériel sexuel lui-même.* Il s'ensuit de plus qu'*il existe un matériel histogénique spécial,* pour la reproduction asexuelle, indépendant des feuillets ou des tissus anciens et fonc-

tionnels. Le matériel en question est indifférencié, ses éléments n'ont subi aucune usure ni adaptation fonctionnelles; ils sont migrateurs, se transportent vers les lieux de prolifération et y deviennent, selon l'endroit, épiderme avec ses annexes sétigères, cellules nerveuses, fibres musculaires, épithélium intestinal, etc. (¹).

PATHOLOGIE. — *Des variations du coefficient de déminéralisation chez les animaux en état de dyscrasie acide.* Note de M. **A. Desgrez** et de Mlle **Bl. Guende**, présentée par M. Ch. Bouchard.

On sait que le coefficient de déminéralisation a pour mesure le rapport de la quantité des matières minérales à celle des substances totales dissoutes dans les urines. Nous avons recherché les variations que subit ce rapport sous l'influence de la dyscrasie engendrée : 1° par un acide organique, l'acide phénylpropionique; 2° par un acide minéral, l'acide chlorhydrique.

Expériences. — On a d'abord établi la valeur normale du coefficient de déminéralisation pour un lot de cinq cobayes mâles recevant une alimentation de composition constante. Chacun de ces animaux a ensuite reçu, par voie stomacale, $0^g,05$ d'acide phénylpropionique par 24 heures pendant un mois. Les déterminations chimiques ont porté sur les 15 derniers jours de cette période, puis l'administration de l'acide organique a été suspendue pendant 20 jours. Afin de rechercher, comme dans nos précédentes expériences, l'influence possible de la dyscrasie après suppression de sa cause directe, on a encore fait les déterminations pendant les 5 derniers jours de cette période de repos. Dans la dernière partie de l'expérience, les animaux ont reçu, pendant 40 jours consécutifs, $0^g,04$ d'acide chlorhydrique renfermant $0^g,013$ de HCl pur. Pendant cette dernière période, on a effectué 19 déterminations du coefficient de déminéralisation.

Le résidu fixe de l'urine a été obtenu par dessiccation à froid, dans le vide, en présence de l'acide sulfurique, jusqu'à constance de poids. Les matières minérales ont été dosées par calcination modérée de résidu sec, épuisement du charbon par l'eau bouillante et dessiccation de cette solution. On a calciné à part le résidu charbonneux de l'épuisement précédent, puis pesé et totalisé les deux résultats.

(¹) Ce matériel est vraisemblablement celui de la rénovation normale des tissus. Il répondrait, jusqu'à un certain point, au matériel de la régénération de L. Schieltze.

Valeurs des coefficients de déminéralisation :

	I. Normales.	II. Période de la dyscrasie organique.	III. Période de repos (15ᵉ au 20ᵉ jour).	IV. Période de la dyscrasie minérale.
	0,68	0,65	0,69	0,76
	0,61	0,68	0,68	0,72
	0,66	0,62	0,65	0,77
	0,58	0,63	0,66	0,77
	0,66	0,67	0,68	0,86
	0,59	0,67	»	0,82
	0,67	0,66	»	0,80
	»	0,77	»	0,73
	»	0,66	»	0,67
	»	0,77	»	0,77
	»	0,75	»	0,70
	»	0,70	»	0,83
	»	0,78	»	0,72
	»	0,71	»	0,70
	»	0,78	»	0,83
	»	»	»	0,77
	»	»	»	0,83
	»	»	»	0,80
	»	»	»	0,73
Moyennes :	0,63	0,69	0,67	0,77

Le coefficient de déminéralisation, dont la valeur normale était de 0,63, a donc pris successivement les valeurs moyennes suivantes : 0,69 sous l'influence de la dyscrasie organique, 0,77 sous l'influence de la dyscrasie minérale. Si l'on considère que les éléments minéraux agissent, au point de vue physique, en favorisant les déplacements moléculaires d'une cellule à l'autre; au point de vue chimique, en stimulant la destruction progressive de la matière organique, on s'explique facilement comment l'élimination exagérée de ces éléments peut amener les troubles de la vie cellulaire que nous avons décrits comme caractéristiques de la dyscrasie acide. Le coefficient moyen, 0,67, obtenu à la fin de la période de repos démontre une fois encore que l'état dyscrasique peut persister après suppression de sa cause première.

La méthode expérimentale directe apporte ainsi une nouvelle confirmation des doctrines de M. Bouchard qui a mis depuis longtemps en lumière

les relations cliniques qui existent entre les troubles de la nutrition produits par la diathèse acide et la spoliation de l'organisme en éléments minéraux.

PATHOLOGIE. — *Reproduction expérimentale du cancer de l'homme.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Ch. Bouchard.

J'ai indiqué en 1893 le rat blanc comme le terrain le plus favorable pour la reproduction expérimentale du cancer de l'homme.

Après de nombreuses expériences négatives chez le chien, j'ai obtenu un résultat probant chez cet animal.

Un chien bien portant de forte taille a reçu à deux reprises, les 4 et 14 mai 1904, 20^{cm^3} et 40^{cm^3} de macération de tissu d'un énorme myome utérin (examiné au microscope). Le liquide filtré au filtre de porcelaine ne contenait aucun élément anatomique.

Cet animal, mort cachectique le 18 mai 1905, a présenté une tumeur de la rate du volume d'une noix, à tissu d'apparence encéphaloïde et composé de plusieurs amas de cellules fusiformes, à un ou deux noyaux, à protoplasma relativement volumineux, entouré d'une zone de cellules embryonnaires (sarcome). Ce fait confirme ma proposition antérieure que les produits liquides des tumeurs peuvent faire naître loin du lieu d'introduction des néoplasmes à structure de cancer, mais variée et différente de celle de la tumeur initiale.

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Sur la maladie des chiens.* Note de M. **H. Carré**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus* du 6 mars 1905) j'ai montré que la virulence parfois très grande du jetage de chiens atteints de la maladie au début, était due à la présence d'un agent pathogène traversant certains filtres.

Dans la présente Note je voudrais attirer l'attention sur quelques lésions qui se rencontrent presque constamment dans la maladie du jeune âge.

L'inoculation de deux gouttes de jetage non filtré à un jeune chien provoque une forte élévation de température (40°,5 et plus); le petit animal, très gai pendant les deux ou trois premiers jours, a bientôt moins d'appé-

tit; les aboiements se font rares, puis cessent complètement. Le chien reste étendu inerte sur le côté, pousse quelques faibles plaintes et meurt dans le coma le plus complet, après une chute extrêmement brusque de la température au-dessous de 33°, le 6e-7e jour.

Les téguments externes ne présentent aucune lésion; le cadavre, dépouillé même aussitôt après la mort, dégage parfois une odeur fade, repoussante; son aspect est normal. La seule lésion visible à l'autopsie consiste en un épanchement péricardique limpide, jaune clair, peu abondant (1^{cm^3}-3^{cm^3}).

Cette sérosité est stérile sur les divers milieux; cependant, injectée à la dose de quelques gouttes à un chien neuf, elle le tue dans le même temps, avec les mêmes symptômes, la même courbe thermique et la même lésion, si caractéristiques de l'infection par le jetage.

Les animaux un peu plus âgés résistent mieux et, chez eux, la maladie évolue plus lentement avec ses symptômes bien connus : coryza, éruption cutanée, jetage et toux profonde survenant au moindre effort.

Un tel animal, sacrifié 12 à 15 jours après l'élévation thermique initiale, montre dans les plèvres un exsudat limpide, jaune clair, dont la quantité peut atteindre 100^{cm^3}. Cette sérosité est également virulente.

Le cœur est couvert de taches hémorragiques, le péricarde contient quelques centimètres cubes de sérosité.

Le médiastin, infiltré outre mesure, est transformé en une masse gélatiniforme transparente.

Cet épanchement péricardique ne fait jamais défaut dans la maladie expérimentale; *je l'ai retrouvé, avec tous ses caractères et ses propriétés, à l'autopsie de chiens morts de la maladie naturelle dans les hôpitaux de l'École d'Alfort.*

Cette lésion n'a pas encore été signalée; les traités classiques les plus récents n'en font pas mention.

Il est une autre lésion que l'on continue à regarder comme caractéristique de la maladie : c'est l'éruption cutanée de vésico-pustules.

Trasbot a fait voir que le contenu de ces pustules est inoculable et provoque l'apparition de pustules semblables. Ces pustules sont causées par un microcoque particulier décrit par tous ceux qui ont cherché, dans les pustules, l'agent spécifique de la maladie (Mathis, Marcone et Meloni, Jacquot et Legrain). Cette éruption est due à une infection secondaire au cours de la maladie du jeune âge. Kitt a constaté que le chien qui a présenté une éruption après l'inoculation du microcoque des pustules n'avait aucune immunité contre la maladie. J'ai pu confirmer ces résultats.

Les chiens qui ont présenté l'éruption considérée comme typique de la maladie du jeune âge, à la suite de l'inoculation d'une culture pure du microbe extrait des pustules, restent aussi sensibles que les animaux neufs à l'infection par les sérosités virulentes.

Le microcoque des pustules est, du reste, un agent banal qui, ainsi que j'ai pu le constater, habite normalement l'intestin du chien.

Si, dans les conditions naturelles de leur apparition, les pustules peuvent être considérées comme un signe certain et fréquent de la maladie des chiens, elles ne constituent nullement une lésion spécifique de cette affection et peuvent tout aussi bien apparaître chez les chiens au cours d'une infection provoquée par un *virus filtrant* différent de celui de la maladie des chiens.

C'est ainsi qu'en inoculant à un chien neuf du virus aphteux, j'ai obtenu une éruption cliniquement et bactériologiquement identique à celle de la maladie du jeune âge : celle-ci étant guérie, une nouvelle éruption se manifestait à l'occasion d'une inoculation de virus de la maladie des chiens.

Inversement, il a été possible d'obtenir chez de jeunes chiens deux éruptions successives, la première procédant d'une infection par le virus de la maladie, la seconde relevant d'une infection aphteuse.

D'ailleurs, au cours de recherches, poursuivies à Alfort en collaboration avec MM. Roux et Vallée, nous avons souvent constaté que les porcelets aphteux présentent, *outre les aphtes spécifiques,* une éruption semblable à celle que l'on rencontre sur les chiens en puissance de maladie.

Tant par ces particularités que par les symptômes et les lésions qu'il provoque, et la propriété qu'il possède de traverser certains filtres, le virus de la maladie des chiens mérite d'être rapproché de celui de la fièvre aphteuse.

GÉOLOGIE. — *Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont.* Note de MM. **Maurice Lugeon** et **Emile Argand**, présentée par M. Michel Lévy.

Nous avons établi que quatre grandes nappes de recouvrement superposées s'étendaient dans les Alpes cristallines de la zone du Piémont entre Bonneval et le Simplon, où nous voyons apparaître un ensemble de trois nouvelles nappes plus profondes que l'un de nous a déjà signalées (¹).

1° *Nappe du Monte-Leone* (nappe III). Nous lui rattachons la bande gneissique de Ganter, qui paraît se relier à la nappe III par-dessous l'extrémité orientale de la nappe IV.

(¹) *Comptes rendus,* mai 1905, p. 1364.

2° Sous la nappe III se trouve une zone synclinale couchée présentant certaines particularités dans lesquelles M. Stella ([1]) voit une impossibilité géométrique au raccordement aérien des nappes. Nous estimons, au contraire, que ce problème comporte *plusieurs* solutions en faveur de la théorie des nappes. Nous y reviendrons plus tard.

3° *La nappe du Lebendun* (nappe II).

4° Un étroit synclinal couché qui supporte cette nappe.

5° *La nappe d'Antigorio* (nappe I).

6° Cette nappe s'appuie sur un synclinal mésozoïque couché, sous lequel apparaît à Crodo une coupole gneissique formant probablement la carapace d'un pli couché plus profond. La coupole de gneiss rencontrée par le tunnel du Simplon au-dessous du gneiss d'Antigorio se rattache peut-être à cette carapace de Crodo; peut-être aussi dépend-elle d'un pli encore plus profond.

Ainsi, en allant de la Dent-Blanche vers les massifs tessinois, nous pouvons établir l'existence de sept nappes de recouvrement superposées.

Ainsi s'expliquent, comme M. Termier l'a montré pour les Alpes orientales, ces énormes épaisseurs de terrains cristallins.

On ne connaît aucune limite en profondeur à ces grandioses manifestations tangentielles.

L'un des traits les plus saillants de cette vaste région est la présence du grand ensellement transversal et l'élévation graduelle des axes des plis de part et d'autre de cette dépression. C'est grâce à ce phénomène que nous constatons, en marchant de l'ouest vers l'est, l'arrivée au jour de nappes de plus en plus profondes.

Cette élévation passe par un maximum dans le massif du Tessin, où les synclinaux n'apparaissent que d'une manière sporadique. Ce massif est découpé dans la racine commune aux diverses nappes, en arrière des charnières synclinales.

La ligne axiale passe par un autre maximum d'altitude dans la coupole du Grand-Paradis.

La région la plus déprimée de l'ensellement répond en gros au cours du Buthier entre Gignod et Aoste et se prolonge en aval de cette ville. C'est au voisinage de cette cuvette transversale, correspondant à l'intervalle

---

([1]) Stella, *Il problema tettonico dell'Ossola et del Sempione* (*Boll. Soc. geol. italiana*, t. XXIV, 1905, p. 101). — Stella, *Il problema geo-tettonico dell'Ossola et del Sempione* (*Boll. del R. Comitato geologico*, 1905).

entre les horsts du mont Blanc et de l'Aar, que les grands témoins des nappes supérieures étaient placés dans les conditions les plus favorables à leur conservation.

De part et d'autre de l'ensellement, les deux groupes Grand-Paradis-Valsavaranche et mont Rose-Mischabel jouent un rôle tectonique identique; leur remarquable symétrie est encore un effet de l'élévation des axes des plis vers le sud-ouest pour le premier groupe, vers le nord-est pour le second.

Le rôle des massifs hercyniens se traduit très nettement par la production de plis à arrêt forcé; les têtes frontales cherchent à remonter vers la surface comme pour franchir l'obstacle (gneiss de Ganter). La naissance dans les nappes de replis à déversement sud est due également au serrage contre les massifs hercyniens. Ce sont des vagues en retour.

La résistance de ces anciens horsts, combinée ou non avec l'affaissement de la plaine du Pô, provoque souvent, sur de grandes longueurs, soit le renversement des racines droites vers l'intérieur de la chaîne, soit la formation de plissements postérieurs à la naissance des nappes.

Les relations de ces faits avec les phénomènes dinariques ne paraissent pas douteuses, au moins dans la région envisagée.

Tels sont les grands traits de la tectonique des Alpes cristallines de la zone du mont Rose-Piémont.

Ils étayent ce que l'un de nous avait amorcé et ils sont une éclatante confirmation des grandes conceptions synthétiques de MM. Suess et Bertrand.

Les Alpes se montrent de plus en plus comme un pays de nappes.

M. **Gustave Lamare** adresse un *Projet de construction d'une horloge hydraulique*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Serge Socolow** adresseune Note sur des *Corrélations régulières remarquables du système planétaire*.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. F. **Hesselgren** adresse une Note sur *Les intervalles de la gamme musicale et leurs rapports avec le comma*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Denis Lance** adresse une Note sur la *Fabrication de peintures normales, à base de zinc, remplaçant la céruse.*

(Renvoi à la Section de Chimie.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1905.

(Suite.)

Les Mousses de Madagascar, par MM. F. Renauld et J. Cardot; Atlas, 4e partie. (*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar,* publiée par Alfred Grandidier; vol. XXXIX : *Histoire naturelle des plantes;* 51e fasc.) Paris, Imprimerie nationale, 1901. (Offert en hommage par M. Grandidier.)

Atlas universel de Géographie, par Pétri et Jules de Schokalsky; fasc. 11, 12. Saint-Pétersbourg, A.-Ph. Marx, 1904; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Grandidier.)

Transcription phonétique universelle, sténo-phonographie, adaptation du système sténographique russe de M. A. Terné, par le Dr Jean Zimmermann; I. *Théorie.* II. *Pratique.* Montmorency et Saint-Pétersbourg, s. d.; 2 fasc. in-8°.

Les fournitures interchangeables, Henri Picard et frère. Paris, 1904-1905; 2 vol. in-4°.

Société internationale des Électriciens. Annuaire pour 1905. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts et Belles-lettres du département de la Loire; 2e série, t. XXV, année 1905, 1re livraison, janvier-mai. Saint-Etienne, J. Thomas et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Astronomische Beobachtungen auf der königlichen Sternwarte zu Berlin; série II, Bd. II und III. Berlin, 1904; 2 vol. et 1 fasc. in-4°.

Annals of the astronomical Observatory of Harvard College; vol. LVIII, part 1. Cambridge, Mass., 1904; 1 fasc. in-4°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XXXVI, année 1904. Upsal, 1904-1905; 1 fasc. in-4°.

Annali dell'Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano; serie seconda : vol. XIV, parte III, 1892; vol. XX, parte I, 1898; vol. XXI, parte I, 1899; vol. XXII, parte I, 1900. Rome, 1904; 4 vol. in-4°.

Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie : Région aurifère d'Iénissei, livr. K-7, 8; L-6, 8, 9; *Région aurifère de Léna,* livr. 6-11; texte et cartes. Saint-Pétersbourg, 1903-1904; 6 fasc. in-8° et 6 feuilles in-plano.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse, publiés par la Commission géologique de la Société helvétique des Sciences naturelles aux frais de la Confédération; nouvelle série, livraisons 17-19. Berne, 1904-1905; 3 fasc. in-4°.

First annual report of the Henry Phipps Institute for the study, treatement and prevention of tuberculosis. Philadelphie, 1905; 1 vol. in-8°.

Reports from the laboratory of the Royal College of Physicians Edinburgh; vol. IX. Edimbourg, 1905; 1 vol. in-8°.

Index-Catalogue of medical and veterinary Zoology, part 7-10, by CH. WARDELL STILES and ALBERT HASSAL. Washington, Imprimerie du Gouvernement, 1904-1905; 5 fasc. in-8°.

Bulletin of the United States national Museum, n° 50 : *The birds of North and Middle America,* by ROBERT RIDGWAY, part III. Washington, 1904; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 MAI 1905.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences; t. XI : *Correspondance,* 1691-1695. La Haye, Martinus Nijhoff, 1905; 1 vol. in-4°. (Offert par les Directeurs de la Société hollandaise des Sciences.)

Travaux de l'Association de l'Institut Marey, par MM. CHAUVEAU, KRONECKER, ATHANASIU, WALLER, ERRERA. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Chauveau, Président de l'Association.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous la direction et avec le concours de M. JULES RICHARD. Fasc. XXIX : *Mémoires océanographiques* (1re série), par J. THOULET, avec 9 planches. Imprimerie de Monaco, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Notice sur les travaux de M. Louis Henry, professeur à l'Université de Louvain, Correspondant de l'Institut de France. (Extr. de la *Bibliographie de l'Université catholique de Louvain,* 1899-1903.) Louvain, typ. Ch. Peeters; 1 fasc. in-8°.

Décades zoologiques de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine : Oiseaux, première décade. Hanoï, imp. F.-H. Schneider, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Delage, au nom de M. Boutan, directeur de la Mission.)

La lutte antituberculeuse. Bulletin mensuel; numéro spécial : *Assemblée générale de la Fédération antituberculeuse française.* Paris, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Service géographique de l'Armée. *Carte d'Asie centrale,* au 100000e, en couleurs : *Boukhara; Asterabad; Maïmènè; Hérat; Merv.* 5 feuilles in-plano.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 5e volume de la 8e série, 1904. Nantes, 1905; 1 vol. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. LIX, 7e série, tome IX. Bordeaux, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1904. Montpellier, 1905; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Ursache der Sonnenflecken, von H. RUDOLPH. Vienne, 1899; 1 fasc. in-4°.

Luftelektrizität und Sonnenstrahlung, von H. RUDOLPH. Leipzig, 1903; 1 fasc. in-8°.

Ueber die Unzulässigkeit der gegenwärtigen Theorie der Materie, von H. RUDOLPH. Coblentz, 1905; 1 fasc. in-8°.

Nociones sobre la Paleontologia argentina, por N. ROJAS ACOSTA. Buenos-Aires, 1904; 1 fasc. in-12.

Historia natural de Corrientes, por N. ROJAS ACOSTA. Corrientes, 1904; 1 fasc. in-8°.

Idiomas y dialectos indigenas del continente hispano sud-americano con la nomina de las tribus indianas de cada territorio, por CARLOS PRINCE. Lima, 1905; in-8°.

Republica de Chile. Oficina de Limites. La Cordillera de los Andes entre las latitudes 46° *i* 50° S., LUIS RISO PATRON; con 1 grafico, 1 mapa i 10 fotograbados. Santiago du Chili, 1905; in-4°.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen; Jahrgang III. Dusseldorf, 1905; 1 vol. in-8°.

Observatoire royal de Belgique. Annuaire astronomique pour 1906. Bruxelles, 1905; 1 vol. in-12.

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1905.)

Remarques de M. *Darboux* :

Page 215, *supprimer* le signe — dans le second membre de l'équation (22).

Même page, *remplacer* dans les équations (22) et (23),

$$\delta_f u'_x \quad \delta_f u'_y \quad \delta_f u'_z$$

respectivement par

$$\delta_u f'_x \quad \delta_u f'_y \quad \delta_u f'_z.$$

Même page, équation (23), *au lieu de* Ω, *lisez* Ω'.

(Séance du 22 mai 1905.)

Note de M. *L. Jecker*, Sur quelques minéraux du Djebel-Ressas (Tunisie) :

Page 1411, ligne 12, *au lieu de* $e^3(121)$, $a^3(211)$, *lisez* $e_3(121)$, $a_3(211)$.

Page 1412, ligne 8, *au lieu de* Stacke, *lisez* Stache.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 22.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 29 mai 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.
M. E. Guyou. — Transmission précise de l'heure par le téléphone 1429
MM. A. Haller et A. Couremenos. — Sur les acides cyanocamphacétique, cyanocampho-α-propionique, cyanocampho-α-isobutyrique et leurs principaux dérivés 1430

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Georges Marié. — Oscillations des locomotives sous l'action de diverses forces perturbatrices 1435

CORRESPONDANCE.

M. Louis Henry, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse des remerciments à l'Académie 1437
M. le Secrétaire perpétuel signale les Ouvrages suivants : 1° « The norwegian north polar expedition : scientific results, 1893-1896 », 2° « Le four électrique. Son origine, ses transformations et ses applications » : par *Adolphe Minet* (1er fascicule) 1437
M. R. de Montessus de Ballore. — Sur les fractions continues algébriques de Laguerre. 1438
M. S. Bernstein. — Sur les équations aux dérivées partielles du type elliptique 1440
M. Martin Krause. — Sur l'interpolation des fonctions continues par des polynomes. 1442
M. Henri Abraham. — Fabrication électrolytique de fils métalliques très fins 1444
M. A. Guébhard. — Sur l'irradiation tangentielle 1446
M. Leo Vignon. — Recherche du phosphore blanc dans le sulfure de phosphore 1449
M. Albert Colson. — Sur les réactions à vitesses discontinues du sulfate chromique vert 1451
M. Paul Lebeau. — Sur quelques propriétés physiques du propane 1454
M. André Kling. — Sur le méthylacétylcarbinol 1456
M. Tiffeneau. — Sur l'oxyde de méthoéthénylbenzène (*méthylstyrolène*) 1458
MM. A. Guyot et J. Catel. — Synthèses dans la série anthracénique. Condensation des dérivés du benzodihydrofurfurane en dérivés anthracéniques γ substitués 1460
M. E. Léger. — Sur la méthylnataloémodine et la nataloémodine 1464
MM. René Duchemin et Jacques Dourlen. — Sur l'acidité des alcools éthyliques du commerce et sur ses variations à la température ordinaire 1466
M. J. Duclaux. — Conductibilité des solutions colloïdales 1468
M. Deprat. — Sur la présence de *nouméite* à l'état détritique dans l'Éocène néo-calédonien 1471
M. A. Chevalier. — Les caféiers sauvages de la Guinée française 1472
M. J. Arthaud-Berthet. — Sur l'*oïdium lactis* et la maturation de la crème et des fromages 1475
MM. L. Mangin et P. Viala. — Sur le *Stearophora radicicola*. Champignon des racines de la Vigne 1477
MM. Charrin et Le Play. — Action pathogène du *Stearophora radicicola* sur les animaux 1480
MM. Caullery et F. Mesnil. — Phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies 1482
M. A. Malaquin. — Les phénomènes histogéniques de la reproduction asexuelle chez les Salmacines et les Filogranes 1484
M. A. Desgrez et Mlle Bl. Guende. — Des variations du coefficient de déminéralisation chez les animaux en état de dyscrasie acide 1487
M. Mayet. — Reproduction expérimentale du cancer de l'homme 1487
M. H. Carré. — Sur la *maladie* des chiens. 1489
MM. Maurice Lugeon et Émile Argand. — Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont 1491
M. Gustave Lamare adresse un « Projet de construction d'une horloge hydraulique ». 1493
M. Serge Socolov adresse une Note sur des « Corrélations régulières remarquables du système planétaire » 1493
M. F. Hesselgren adresse une Note sur « Les intervalles de la gamme musicale et leurs rapports avec le comma » 1493
M. Denis Lange adresse une Note sur la « Fabrication de peintures normales, à base de zinc, remplaçant la céruse » 1494
Bulletin bibliographique 1494
Errata 1496

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 23 (5 Juin 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUIN 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 12 juin sera remise au mardi 13.

THERMOCHIMIE. — *Observations sur les méthodes employées en calorimétrie et spécialement sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques;* par M. **Berthelot**.

I.

1. Le travail accompli dans la formation des composés organiques, ainsi que dans leurs décompositions et métamorphoses réciproques, n'avait pas été mesuré d'une façon générale jusqu'à l'époque où j'ai établi, en 1865 [1], qu'il pouvait être calculé rigoureusement, d'après la connaissance des chaleurs de combustion de ces composés.

Cet ordre de déterminations n'importe pas moins dans les études concernant la chaleur animale, la respiration, la nutrition, et l'emploi industriel des combustibles.

2. Les premières mesures de chaleur de combustion qui aient été exécutées sont dues à Lavoisier : elles consistaient à brûler les corps dans une atmosphère d'oxygène, sous la pression ordinaire, au sein d'un calorimètre.

Ses procédés, fort imparfaits d'ailleurs, ont été successivement perfec-

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. VI, p. 331.

tionnés par Dulong, par Andrews, par Favre et Silbermann, dont les expériences font partie de l'histoire de la Science.

Sans prétendre la retracer, il suffira de rappeler que la combustion directe opérée dans ces conditions est toujours plus ou moins insuffisante et qu'elle doit être complétée par une opération simultanée fort pénible, la détermination du poids et de la nature d'une fraction des gaz non brûlée, et par le calcul un peu hypothétique de la quantité de chaleur qu'elle serait susceptible de dégager. D'ailleurs la durée considérable de la combustion proprement dite introduit des corrections très notables, attribuables à l'influence inévitable du réchauffement ou du refroidissement, dû aux milieux ambiants; ce qui diminue la certitude et la précision des résultats définitifs.

II.

Cette ancienne méthode de la combustion progressive par un courant d'oxygène, agissant sous la pression atmosphérique, est celle que M. Thomsen a d'abord suivie dans ses expériences, il y a 25 à 30 ans. Mais, après s'être conformé exactement aux errements de ses prédécesseurs, il a cru devoir les modifier, en ce qui concerne du moins les composés organiques susceptibles d'être réduits en vapeur sous l'influence d'une température, même élevée; tout en conservant le principe d'une combustion progressive. Ses résultats sont consignés dans un grand Ouvrage, publié en 1881-1886, sous le titre de *Thermochemische Untersuchungen*. L'auteur opère cette vaporisation au moyen d'un instrument qu'il désigne sous le nom de *brûleur universel*, et il brûle la vapeur mélangée d'oxygène, toujours d'une façon progressive, dans un calorimètre spécial. Pour simplifier son expérience, il suppose que la correction attribuable aux gaz non brûlés est négligeable; sans justifier d'ailleurs en fait cette opinion, et contrairement aux constatations de tous les savants qui se sont occupés de la question; en outre les inévitables corrections du refroidissement, plus ou moins dissimulées, subsistent.

Enfin, ce qui est plus grave, l'emploi du brûleur universel exige l'*intervention d'un combustible étranger*, l'hydrogène, employé pour vaporiser la substance mise en expérience, et par suite l'addition d'une quantité énorme de chaleur auxiliaire. L'auteur prétend éliminer l'influence de cette addition, en suivant un système de compensation qui lui est particulier. Ses hypothèses à cet égard ne paraissent pas avoir trouvé d'adepte, car aucun expérimentateur n'a adopté son mode d'opérer. Aussi toutes les déterminations

exécutées avec le concours du brûleur universel ont-elles été jugées par les personnes compétentes suspectes d'inexactitudes, de grandeur variable d'ailleurs suivant des conditions mal définies.

La question semblait vidée depuis vingt ans, lorsque M. Thomsen a cru devoir y revenir (¹) récemment, non sans quelque âpreté; sans apporter, d'ailleurs, aucune nouvelle expérience ou justification expérimentale, mais seulement avec des arguments de statistique, tirés de ses propres essais et de leur conformité avec certaines hypothèses adoptées par lui. Il a prétendu expliquer les divergences de ses résultats avec ceux des nombreux savants qui, en France et à l'étranger, ont poursuivi le même ordre d'étude, en attaquant les méthodes qu'ils ont suivies.

Sans vouloir perpétuer une polémique regrettable, ainsi renouvelée par un savant honorable, il paraît cependant nécessaire d'entrer dans de nouvelles explications.

Observons d'abord qu'en principe on ne saurait justifier une méthode en se bornant à faire la statistique des résultats obtenus par un auteur et leur concordance avec ses hypothèses. En effet, de semblables accords peuvent résulter simplement de la régularité du mode d'opérer, alors même que ce mode serait erroné, et de la tendance inconsciente de l'opérateur à diriger la marche de ses expériences, de façon à obtenir des chiffres conformes à ceux calculés à l'avance, en écartant systématiquement ceux qui en divergent. Il y a là une suggestion involontaire, à laquelle succombent les personnes même les plus disposées à se tenir en garde, comme le montrent les faits bien connus relatifs à la baguette divinatoire, et une multitude d'autres.

Dans le cas actuel, il est facile de démontrer l'illusion de semblables calculs, d'après l'examen précis des limites d'erreur des mesures thermométriques les plus parfaites, limites 3, 4 et jusqu'à 10 fois aussi considérables que celles des concordances invoquées par l'auteur; et cela particulièrement quand il s'agit de comparer les différences des valeurs thermiques des termes successifs des séries numériques exprimant les chaleurs de combustion moléculaires. Ces valeurs variant proportionnellement aux poids moléculaires, leurs erreurs croissent aussi proportionnellement, jusqu'à devenir 10 et 20 fois aussi grandes, lorsqu'on passe des premiers termes d'une série à des termes plus élevés. Ces premiers termes eux-mêmes offrent souvent des anomalies; elles ont été constatées par tous les physiciens qui ont

(¹) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. LI, 1905, p. 6.

recherché des relations régulières entre la composition chimique et les propriétés physiques : points d'ébullition, points de fusion, courbes de tensions de vapeur, densités et volumes moléculaires, pouvoirs réfringents spécifiques, etc. La concordance absolue entre les valeurs des différences des chaleurs moléculaires de combustion est donc purement artificielle. En fait, plusieurs savants, en France et en Allemagne, ont essayé de calculer *a priori* les chaleurs de combustion des composés organiques, comme le fait M. Thomsen, mais d'après des voies différentes; et ils ont conclu à l'inexactitude des mesures de cet auteur; en confirmant, au contraire, les mesures faites dans mon laboratoire, dans ceux de mes élèves et dans celui du regretté Stohmann. En tout cas, il est périlleux de prétendre contrôler l'exactitude de données expérimentales par leur comparaison avec de prétendues constantes thermochimiques et avec des hypothèses incertaines.

Sans aborder la discussion détaillée de tous les emplois non justifiés du brûleur universel, il convient de signaler surtout l'incorrection de son application à la combustion des composés chlorés et analogues, en raison de l'ignorance où nous sommes de l'état réel de ces composés au moment de leur combustion. En effet, on sait que la combustion des vapeurs qui renferment de l'hydrogène combiné, aussi bien que celle de leur mélange avec un excès d'hydrogène libre, donne naissance à un mélange de chlore libre, d'oxygène libre, de gaz chlorhydrique, d'eau et d'hydrates chlorhydriques divers en vapeurs saturées; système instable dont la composition se modifie rapidement, au cours du trajet que ce mélange parcourt en sortant du calorimètre pour arriver aux appareils dans lesquels l'auteur absorbe le chlore resté libre au dernier point de ce trajet. Non seulement la constitution finale des vapeurs contenant de l'eau et de l'acide chlorhydrique est inconnue; mais la dose même du chlore libre, mesurable à ce dernier moment, n'est pas la même qu'au point de départ, et son évaluation demeure toujours imparfaite. Les calculs d'ailleurs sont compliqués et appuyés sur des hypothèses incertaines. Les seules expériences correctes à cet égard seraient celles où la totalité du système gazeux demeurerait au sein du calorimètre et y serait ramenée immédiatement à un état invariable, par suite de la disparition complète du chlore libre et des vapeurs saturées. C'est précisément ce que j'ai pris soin de réaliser et de vérifier dans mes propres expériences. Mais M. Thomsen n'a jamais observé cette règle. C'est pour ce motif, joint à l'incertitude résultant de l'introduction d'une source de chaleur étrangère, que toutes les expériences faites avec le brûleur universel sur les composés chlorés doivent être écartées, comme peu correctes.

A fortiori, en est-il de même de celles où un chlorure de carbone est vaporisé dans un grand excès d'hydrogène libre et le tout brûlé par l'oxygène : condition recherchée par l'auteur, mais dans laquelle la chaleur de formation propre du chlorure de carbone est noyée en quelque sorte dans l'énormité de la chaleur de combustion de cet excès d'hydrogène.

Il ne paraît pas nécessaire d'insister davantage sur ces points.

Rappelons cependant, dans un autre ordre, les doutes relatifs aux chaleurs d'oxydation des métaux adoptées par M. Thomsen, valeurs dont plusieurs ont été reconnues fort inexactes depuis les rectifications de M. Moissan (chaleur d'oxydation du calcium portée à $+145^{Cal}$ au lieu de 131,5 d'après Thomsen : erreur 10 pour 100), de M. Guntz (chaleur d'oxydation du baryum mesurée, tandis que M. Thomsen avait construit des Tableaux avec un chiffre purement hypothétique), de M. Joannis (chaleur de dissolution du potassium dans l'eau, trouvée $45^{Cal},2$: au lieu de 48,1, Thomsen : erreur 8 pour 100); et plus généralement l'incertitude des calculs qui appliquent aux métaux, pris dans leur état usuel, des chiffres obtenus pour des états différents, tels que ceux du platine ou du palladium, ou bien encore ceux réalisés en précipitant un métal par un autre métal. L'influence considérable que la diversité d'états d'un même métal exerce sur sa chaleur de combinaison est démontrée, entre autres, par mes expériences sur les états allotropiques de l'argent métallique. Ces différences font varier de 4 Calories la chaleur de formation de l'oxyde d'argent, selon que l'on part de l'argent battu en feuilles, ou de l'argent cristallisé; l'écart étant de 2 Calories pour l'argent précipité de ses sels par une lame de cuivre ([1]). Ces écarts s'élèvent jusqu'à 30 pour 100 de la chaleur d'oxydation admise par M. Thomsen pour l'argent.

La nécessité dans les études thermochimiques et électrochimiques de ramener les états divers des métaux à un type unique, c'est-à-dire à un état initial et rigoureusement défini, n'avait pas été aperçue autrefois. Elle rend aujourd'hui indispensable pour presque tous une revision d'ensemble des données relatives à leurs chaleurs de combinaison; les chiffres consignés dans les *Thermochemische Untersuchungen* n'ayant plus aujourd'hui qu'un caractère historique provisoire, comme ceux de Favre et Silbermann d'autrefois.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 311.

III.

Venons à l'examen des méthodes mises en œuvre pour la combustion des matières organiques au moyen de la bombe calorimétrique, méthodes dont M. Thomsen ne semble pas avoir compris les principes essentiels.

Ces principes sont les suivants : on doit procéder à une transformation intégrale des produits, de façon à réaliser un état final absolument défini au sein même du calorimètre; on doit, en outre, opérer d'une façon presque instantanée, pour réduire toutes les corrections à ne représenter que de très petites fractions de la chaleur mesurée.

Dans ces conditions, les modes intermédiaires de la transformation, objectés d'un façon vague par M. Thomsen, n'influent en rien sur la chaleur totale dégagée. Telle est la caractéristique de toutes mes mesures. Elles ont été exécutées dans mes recherches par deux méthodes différentes, l'une applicable aux gaz, l'autre aux substances solides ou liquides, fixes ou de volatilité quelconque, et j'ai donné tous les résultats exacts sans exception ni correction supplémentaire

Méthode de détonation. — Il y a 25 ans, j'ai opéré par détonation sur les gaz combustibles, parfaitement purs, mélangés en proportion aussi rigoureuse que possible avec l'oxygène pur, sous une pression initiale de 1^{at} à 2^{at} dans un récipient d'acier, doré à l'intérieur et entièrement immergé dans un calorimètre (¹). On détermine l'explosion par une étincelle. La combustion est instantanée, et opérée à volume constant; elle est totale dans ces conditions, comme le savent tous les chimistes et comme j'ai pris le soin de le vérifier par l'analyse et la pesée des produits.

La chaleur est cédée aussitôt au calorimètre et l'expérience complète ne dure pas plus de quelques minutes, sans opération complémentaire.

J'ai procédé de même pour déterminer la chaleur de formation du bioxyde d'azote, en faisant détoner l'éthylène mélangé, d'une part avec le bioxyde d'azote, d'autre part avec l'oxygène pur, et faisant la différence des deux résultats; j'ai opéré de même avec le bioxyde d'azote et le cyanogène.

Cette détermination capitale m'a permis de fixer la chaleur de formation par les éléments de l'acide azotique, des azotates, de la nitroglycérine, de la poudre coton, et des dérivés nitrés; c'est-à-dire de fournir pour la pre-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XX, p. 257.

mière fois les données rigoureuses indispensables à la définition des matières explosives.

J'ai suivi cette marche pour l'étude thermochimique d'un certain nombre de gaz hydrocarbonés et j'en ai fait l'application à plusieurs autres composés, possédant une tension de vapeur suffisante pour être entièrement vaporisés, d'une façon permanente et à froid, dans le volume exact d'oxygène susceptible de les brûler. Ajoutons que les différences, faibles d'ordinaire, qui existent entre les données consignées dans mon dernier Ouvrage (*Thermochimie : données et lois numériques*, 1897) et les résultats obtenus à l'origine, c'est-à-dire d'après les méthodes anciennes, par M. Thomsen, sont explicables par le caractère incomplet de ses combustions progressives et par la présence des impuretés, constatées par lui-même dans les gaz sur lesquels il a opéré (¹).

De même, en opérant à la fois par détonation et aussi par les méthodes anciennes de combustion, j'avais rectifié la valeur inexacte de la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone, fixée à $66^{Cal},8$ par M. Thomsen (*Berichte* de Berlin, 1871). J'ai obtenu par combustion ordinaire 68,18 et par détonation 68,28. M. Thomsen a rectifié depuis son premier chiffre, conformément à mes indications.

Je ne rappellerai pas l'erreur considérable qu'il avait commise sur la chaleur de combustion de la benzine et qu'il a dû rectifier également, en raison des indications de M. Stohmann et des miennes.

Une correction plus grave encore, démontrée par les méthodes de combustion, est celle de la chaleur de formation du gaz ammoniac par ses éléments. M. Thomsen avait fixé ce chiffre à $+26^{Cal},7$, en se fondant sur des déterminations incorrectes. En 1879, j'ai reconnu cette erreur en brûlant le gaz ammoniac par l'oxygène et j'ai trouvé pour la chaleur de formation de 1^{mol} de ce composé : $+12^{Cal},2$ (²). Quelques mois après, M. Thomsen a répété mes expériences, les a vérifiées et il a rectifié son erreur.

Méthode de la bombe calorimétrique avec oxygène comprimé. — La méthode de détonation que j'avais ainsi appliquée aux gaz et aux matières très volatiles ne pouvant être employée pour les matières fixes ou peu volatiles, j'ai été conduit, il y a 20 ans, à la modifier ; de façon à instituer une méthode

---

(¹) Par exemple, celle de son éthylène contenant, d'après ce savant, une dose notable de formène, etc. Sur ce point comme sur diverses autres rectifications, *voir* ma Note au *Bulletin de la Société chimique* pour 1884, p. 4.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XX, p. 254.

universelle de combustion pour tous les corps combustibles, quel qu'en fût l'état, et même aux corps fixes, solides ou liquides.

Tous ces corps en effet peuvent être brûlés presque instantanément dans l'oxygène comprimé à 25^{atm} et employé en grand excès, de façon que le produit final contienne au moins, sur 100 volumes gazeux, 60 volumes d'oxygène libre. Telle est la méthode de la bombe calorimétrique à oxygène comprimé, méthode d'une réalisation facile, donnant lieu à des mesures très promptes et presque exemptes de corrections. La combustion y est intégrale, comme plusieurs savants l'ont vérifié dans une multitude de cas, en analysant les gaz de cette combustion. Ce résultat rend frivole toute objection fondée sur la marche intermédiaire suivant laquelle cette combustion peut s'accomplir. En effet, c'est un principe de Thermochimie que la chaleur totale dégagée dépend uniquement de l'état initial et de l'état final, étant indépendante des états intermédiaires.

La grande exactitude de cette méthode a été constatée en fait par les nombreux expérimentateurs qui l'ont mise en cause, non seulement en France, mais dans les autres pays et notamment en Allemagne, où elle a été éprouvée par des savants exercés, tels que Stohmann et M. E. Fisher.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dynamique de l'électron.* Note de M. **H. Poincaré**.

Il semble au premier abord que l'aberration de la lumière et les phénomènes optiques qui s'y rattachent vont nous fournir un moyen de déterminer le mouvement absolu de la Terre, ou plutôt son mouvement, non par rapport aux autres astres, mais par rapport à l'éther. Il n'en est rien; les expériences où l'on ne tient compte que de la première puissance de l'aberration ont d'abord échoué et l'on en a aisément découvert l'explication; mais Michelson, ayant imaginé une expérience où l'on pouvait mettre en évidence les termes dépendant du carré de l'aberration, ne fut pas plus heureux. Il semble que cette impossibilité de démontrer le mouvement absolu soit une loi générale de la nature.

Une explication a été proposée par Lorentz, qui a introduit l'hypothèse d'une contraction de tous les corps dans le sens du mouvement terrestre; cette contraction rendrait compte de l'expérience de Michelson et de toutes celles qui ont été réalisées jusqu'ici, mais elle laisserait la place à d'autres expériences plus délicates encore, et plus faciles à concevoir qu'à exécuter,

qui seraient de nature à mettre en évidence le mouvement absolu de la Terre. Mais, si l'on regarde l'impossibilité d'une pareille constatation comme hautement probable, il est permis de prévoir que ces expériences, si on parvient jamais à les réaliser, donneront encore un résultat négatif. Lorentz a cherché à compléter et à modifier son hypothèse de façon à la mettre en concordance avec le postulat de l'impossibilité *complète* de la détermination du mouvement absolu. C'est ce qu'il a réussi à faire dans son article intitulé *Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light* (*Proceedings* de l'Académie d'Amsterdam, 27 mai 1904).

L'importance de la question m'a déterminé à la reprendre; les résultats que j'ai obtenus sont d'accord sur tous les points importants avec ceux de Lorentz; j'ai été seulement conduit à les modifier et à les compléter dans quelques points de détail.

Le point essentiel, établi par Lorentz, c'est que les équations du champ électromagnétique ne sont pas altérées par une certaine transformation (que j'appellerai du nom de *Lorentz*) et qui est de la forme suivante

$$(1) \qquad x' = kl(x + \varepsilon t), \qquad y' = ly, \qquad z' = lz, \qquad t' = kl(t + \varepsilon x),$$

x, y, z sont les coordonnées et t le temps avant la transformation, x', y', z' et t' après la transformation. D'ailleurs ε est une constante qui définit la transformation

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \varepsilon^2}}$$

et l est une fonction quelconque de ε. On voit que dans cette transformation l'axe des x joue un rôle particulier, mais on peut évidemment construire une transformation où ce rôle serait joué par une droite quelconque passant par l'origine. L'ensemble de toutes ces transformations, joint à l'ensemble de toutes les rotations de l'espace, doit former un groupe; mais, pour qu'il en soit ainsi, il faut que $l = 1$; on est donc conduit à supposer $l = 1$ et c'est là une conséquence que Lorentz avait obtenue par une autre voie.

Soient ρ la densité électrique de l'électron, ξ, η, ζ sa vitesse avant la transformation; on aura pour les mêmes quantités ρ', ξ', η', ζ' après la transformation

$$(2) \quad \rho' = \frac{k}{l^3}\rho(1 + \varepsilon\xi), \qquad \rho'\xi' = \frac{k}{l^3}\rho(\xi + \varepsilon), \qquad \rho'\eta' = \frac{\rho\eta}{l^3}, \qquad \rho'\zeta' = \frac{\rho\zeta}{l^3}.$$

Ces formules diffèrent un peu de celles qui avaient été trouvées par Lorentz.

Soient maintenant X, Y, Z et X′, Y′, Z′ les trois composantes de la force avant et après la transformation, *la force est rapportée à l'unité de volume;* je trouve

$$(3)\qquad X' = \frac{k}{l^5}(X + \varepsilon \Sigma X\xi), \qquad Y' = \frac{Y}{l^5}, \qquad Z' = \frac{Z}{l^5}.$$

Ces formules diffèrent également un peu de celles de Lorentz; le terme complémentaire en $\Sigma X\xi$ rappelle un résultat obtenu autrefois par M. Liénard.

Si nous désignons maintenant par X_1, Y_1, Z_1 et X'_1, Y'_1, Z'_1 les composantes de la force rapportée non plus à l'unité de volume, mais à l'unité de masse de l'électron, nous aurons

$$(4)\qquad X'_1 = \frac{k}{l^5}\frac{\rho}{\rho'}(X_1 + \varepsilon \Sigma X_1 \xi), \qquad Y'_1 = \frac{\rho}{\rho'}\frac{Y_1}{l^5}, \qquad Z'_1 = \frac{\rho}{\rho'}\frac{Z_1}{l^5}.$$

Lorentz est amené également à supposer que l'électron en mouvement prend la forme d'un ellipsoïde aplati; c'est également l'hypothèse faite par Langevin, seulement, tandis que Lorentz suppose que deux des axes de l'ellipsoïde demeurent constants, ce qui est en accord avec son hypothèse $l = 1$, Langevin suppose que c'est le volume qui reste constant. Les deux auteurs ont montré que ces deux hypothèses s'accordent avec les expériences de Kaufmann, aussi bien que l'hypothèse primitive d'Abraham (électron sphérique). L'hypothèse de Langevin aurait l'avantage de se suffire à elle-même, puisqu'il suffit de regarder l'électron comme déformable et incompressible pour expliquer qu'il prenne quand il est en mouvement la forme ellipsoïdale. Mais je montre, d'accord en cela avec Lorentz, qu'elle est incapable de s'accorder avec l'impossibilité d'une expérience montrant le mouvement absolu. Cela tient, ainsi que je l'ai dit, à ce que $l = 1$ est la seule hypothèse pour laquelle l'ensemble des transformations de Lorentz forme un groupe.

Mais avec l'hypothèse de Lorentz, l'accord entre les formules ne se fait pas tout seul; on l'obtient, et en même temps une explication possible de la contraction de l'électron, en supposant que *l'électron, déformable et compressible, est soumis à une sorte de pression constante extérieure dont le travail est proportionnel aux variations du volume.*

Je montre, par une application du principe de moindre action, que, dans

ces conditions, la compensation est complète, si l'on suppose que l'inertie est un phénomène exclusivement électromagnétique, comme on l'admet généralement depuis l'expérience de Kaufmann, et qu'à part la pression constante dont je viens de parler et qui agit sur l'électron, toutes les forces sont d'origine électromagnétique. On a ainsi l'explication de l'impossibilité de montrer le mouvement absolu et de la contraction de tous les corps dans le sens du mouvement terrestre.

Mais ce n'est pas tout : Lorentz, dans l'Ouvrage cité, a jugé nécessaire de compléter son hypothèse en supposant que toutes les forces, quelle qu'en soit l'origine, soient affectées, par une translation, de la même manière que les forces électromagnétiques, et que, par conséquent, l'effet produit sur leurs composantes par la transformation de Lorentz est encore défini par les équations (4).

Il importait d'examiner cette hypothèse de plus près et en particulier de rechercher quelles modifications elle nous obligerait à apporter aux lois de la gravitation. C'est ce que j'ai cherché à déterminer; j'ai été d'abord conduit à supposer que la propagation de la gravitation n'est pas instantanée, mais se fait avec la vitesse de la lumière. Cela semble en contradiction avec un résultat obtenu par Laplace qui annonce que cette propagation est, sinon instantanée, du moins beaucoup plus rapide que celle de la lumière. Mais, en réalité, la question que s'était posée Laplace diffère considérablement de celle dont nous nous occupons ici. Pour Laplace, l'introduction d'une vitesse finie de propagation était la *seule* modification qu'il apportait à la loi de Newton. Ici, au contraire, cette modification est accompagnée de plusieurs autres; il est donc possible, et il arrive en effet, qu'il se produise entre elles une compensation partielle.

Quand nous parlerons donc de la position ou de la vitesse du corps attirant, il s'agira de cette position ou de cette vitesse à l'instant où l'*onde gravifique* est partie de ce corps; quand nous parlerons de la position ou de la vitesse du corps attiré, il s'agira de cette position ou de cette vitesse à l'instant où ce corps attiré a été atteint par l'onde gravifique émanée de l'autre corps; il est clair que le premier instant est antérieur au second.

Si donc x, y, z sont les projections sur les trois axes du vecteur qui joint les deux positions, si la vitesse du corps attiré est ξ, η, ζ, et celle du corps attirant ξ_1, η_1, ζ_1, les trois composantes de l'attraction (que je pourrai encore appeler X_1, Y_1, Z_1) seront des fonctions de x, y, z, ξ, η, ζ, ξ_1, η_1, ζ_1. Je me suis demandé s'il était possible de déterminer ces fonctions de telle

façon qu'elles soient affectées par la transformation de Lorentz conformément aux équations (4) et qu'on retrouve la loi ordinaire de la gravitation, toutes les fois que les vitesses ξ, η, ζ, ξ_1, η_1, ζ_1 sont assez petites pour qu'on puisse en négliger les carrés devant le carré de la vitesse de la lumière.

La réponse doit être affirmative. On trouve que l'attraction corrigée se compose de deux forces, l'une parallèle au vecteur x, y, z, l'autre à la vitesse ξ_1, η_1, ζ_1.

La divergence avec la loi ordinaire de la gravitation est, comme je viens de le dire, de l'ordre de ξ^2; si l'on supposait seulement, comme l'a fait Laplace, que la vitesse de propagation est celle de la lumière, cette divergence serait de l'ordre de ξ, c'est-à-dire 10000 fois plus grande. Il n'est donc pas, à première vue, absurde de supposer que les observations astronomiques ne sont pas assez précises pour déceler une divergence aussi petite que celle que nous imaginons. Mais c'est ce qu'une discussion approfondie permettra seule de décider.

PHOTOGRAPHIE. — *Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission.* Note de M. G. LIPPMANN.

On sait que l'on obtient la reproduction photographique des couleurs en employant une couche sensible de nature quelconque, pourvu qu'elle soit transparente, et adossée, pendant la pose, à un miroir de mercure. Les couleurs du modèle sont visibles par réflexion après développement de la plaque.

La nature de la couche sensible est d'ailleurs indifférente : on obtient des couleurs soit avec des couches de gélatinobromure d'argent, soit avec des couches de gélatine ou d'albumine, ou de cellulose bichromatée [1].

Quand la couche sensible est formée d'une pellicule bichromatée, on la

---

(1) Pour opérer sur cellulose, on fait dissoudre cette substance dans la liqueur de Schweizer, on coule sur verre. Après que la couche a fait prise, on la décolore par un lavage à l'acide chlorhydrique étendu; puis on l'imbibe de bichromate de potasse à 3 ou 4 pour 100 et on la fait sécher. La couche sèche est exposée dans le châssis à mercure, jusqu'à ce que la trace de l'image soit visible en brun. Il ne reste plus qu'à laver la plaque à l'eau pure, pour enlever le bichromate : les couleurs apparaissent en même temps.

fixe par un simple lavage à l'eau : les couleurs apparaissent en même temps, visibles tant que la couche est humide. Elles disparaissent par dessiccation et reparaissent chaque fois que l'on rend de l'humidité à la plaque ([1]).

Ce phénomène tient sans doute à l'action exercée par la lumière sur les propriétés hygrométriques de la pellicule. La substance bichromatée devient moins gonflable par l'eau, partout où l'action lumineuse a été plus forte, c'est-à-dire dans les maxima d'interférence. L'humidité rend la plaque hétérogène au point de vue physique et optique en se répartissant dans sa masse suivant une loi périodique.

Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas remplacer, dans cette expérience, l'eau, qui s'évapore, par une matière solide et fixe.

J'ai imbibé la plaque, non plus d'eau pure, mais d'une dissolution aqueuse d'iodure de potassium : après séchage les couleurs subsistent encore, mais faiblement visibles; l'iodure de potassium est donc demeuré dans la plaque en se partageant inégalement entre les maxima et minima d'interférence.

Vient-on à verser sur les couches ainsi chargées d'iodure de potassium à l'état sec une dissolution de nitrate d'argent à 20 pour 100, les couleurs deviennent extrêmement brillantes : on peut ensuite laver la plaque et la faire sécher; les couleurs subsistent après séchage avec tout leur éclat.

Il s'est sans doute formé de l'iodure d'argent qui demeure inégalement réparti dans l'épaisseur de la pellicule. Mais celle-ci demeure transparente et l'iodure est dissimulé à l'état de solution dans la couche solide; il n'en produit pas moins un renforcement des couleurs, qui subsistera après le séchage.

En outre, on constate sur ces épreuves, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, que les couleurs vues par transparence sont changées en leurs complémentaires, et que les négatifs ainsi obtenus sont brillants. Si l'on arrivait quelque jour à obtenir le même résultat en partant, non plus de couches bichromatées, qui sont peu sensibles et peu isochromatiques, mais de pellicules au gélatinobromure, on pourrait multiplier les épreuves en couleurs par tirage au châssis-presse, comme dans le cas de la photographie ordinaire.

([1]) Dans le cas de la gélatine, qui se gonfle fortement, il ne faut pas remouiller complètement la plaque, mais l'humecter avec l'haleine, ou mieux la passer à l'alcool.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du chlorure et du bromure de thorium*. Note de MM. **H. Moissan** et **Martinsen**.

Le chlorure de thorium a été déjà l'objet d'un certain nombre de recherches : son existence avait été indiquée par Berzélius (¹) en 1826, et son étude reprise par Chydénius (²) en 1863. En 1885, M. Troost (³) a déterminé sa densité de vapeur. Krüss et Nilson (⁴) ont préparé ce chlorure par l'action de l'acide chlorhydrique sur le métal impur. Ils ont donné un certain nombre de ses propriétés et déterminé aussi sa densité de vapeur. MM. Moissan et Étard (⁵) ont préparé le chlorure de thorium par l'action du chlore sur le carbure. Enfin, MM. Matignon et Delépine (⁶) ont obtenu le même composé, cristallisé, par l'action d'un mélange d'oxyde de carbone et de chlore sur la thorine.

Préparation. — Nous avons repris la méthode de MM. Moissan et Étard, en faisant agir le chlore, bien sec, soit sur le carbure de thorium, ou mieux sur une fonte de thorium aussi riche que possible en métal. Cette fonte de thorium avait été préparée, au four électrique, par l'action du charbon de sucre sur de la thorine pure. La réaction se produit à haute température, et le chlorure vient se condenser dans la partie froide du tube. On obtient ainsi une poudre jaune, plus ou moins cristalline, dont la coloration est due à un excès de chlore. On peut se débarrasser de cet excès de gaz, en sublimant lentement le chlorure dans un courant d'hydrogène sec. Par condensation, on obtient une masse cristalline, transparente. Mais nous ne devons pas oublier que, pendant la préparation et la sublimation de ce composé, les vapeurs de chlorure de thorium attaquent la couverte du tube de porcelaine, de telle sorte qu'il devient assez difficile d'obtenir un produit absolument pur.

De plus, lorsque ce chlorure a été préparé sous forme d'une poussière

---

(¹) Berzélius, *Traité de Chimie*, édit. française, 1826, et *Ann. Chem. Ph. Pogg.*, t. XVI, 1829, p. 385.

(²) Chydénius, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXVII, 1863, p. 33.

(³) Troost, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 360.

(⁴) Krüss et Nilson, *Ber. chem. Gesell.*, t. XX, 1887, p. 1665.

(⁵) Moissan et Étard, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 573.

(⁶) Matignon et Delépine, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 37.

cristalline, il est tellement hygroscopique, que son maniement et son transvasement d'un appareil dans un autre deviennent presque impossibles. Si l'on fait l'analyse de ces derniers échantillons, ils donnent toujours des chiffres un peu inférieurs à la formule $ThCl^4$, par suite de cette action inévitable de l'humidité de l'air. Il existe peu de composés aussi hygroscopiques que le chlorure de thorium.

Nous avons alors monté un appareil, dans lequel on pouvait d'abord faire l'attaque du carbure de thorium par le chlore, dans un tube de porcelaine; puis, en remplaçant le chlore par un courant d'hydrogène, sublimer ensuite le chlorure obtenu, et l'amener, par volatilisation, dans un tube de verre terminé par plusieurs ampoules, où il était possible de le recueillir. On évitait ainsi tout transvasement et tout maniement en présence de l'air. Bien entendu, notre appareil était primitivement séché avec le plus grand soin, et nos gaz bien privés d'humidité. La dernière sublimation se faisait dans le vide, de façon à faire passer le chlorure d'une ampoule dans une autre. Malgré toutes ces précautions, et bien que les deux dernières ampoules ne fussent pas attaquées, il se formait toujours, à la sortie du tube de porcelaine, une petite quantité d'une poudre blanche qui renfermait du thorium, du chlore et de l'oxygène.

Cet oxychlorure était produit grâce à l'attaque de la porcelaine. De même, surtout lorsque l'attaque du métal par le chlore durait longtemps, nous trouvions quelques petits cristaux de chlorure d'aluminium facilement volatilisables. Enfin, il se formait parfois dans la première partie de l'opération un anneau très mince de sesquichlorure de fer. Ce métal provenait des électrodes du four électrique, d'où il avait été volatilisé puis fixé sur le carbure de thorium au moment de sa préparation. Nous nous étions assurés, au préalable, que notre thorine, bien blanche, ne contenait pas de fer.

Cette expérience, conduite avec lenteur, nous a donc permis, malgré l'attaque de la porcelaine, de séparer, à l'état solide et cristallisé, du chlorure de thorium qui était toujours comparable à lui-même.

Propriétés. — Le chlorure de thorium, ainsi préparé, était incolore lorsqu'il se présentait en cristaux, et blanc lorsqu'il était fondu. S'il n'est pas pur, il se colore lentement en gris, et cette décomposition paraît s'accentuer sous l'action de la lumière et du temps. Les échantillons bien cristallisés restent inaltérés, ils ne sont que très peu radioactifs.

Il fournit, avec l'eau, une solution acide complètement incolore qui, par évaporation, donne facilement une solution sursaturée de l'hydrate

de M. Cleve $ThCl^4, 8H^2O$ (1). Ce chlorure est soluble dans l'alcool absolu, dans l'alcool à 95° et dans l'éther saturé d'eau. Sa solution alcoolique, par évaporation, l'abandonne à l'état cristallisé. L'éther sec en dissout des traces, mais le chlorure de thorium est insoluble dans le benzène, le toluène, l'essence de térébenthine, le chloroforme et le sulfure de carbone. La densité a été déterminée au moyen du benzène rectifié sur le sodium métallique, et nous a donné, pour le composé cristallisé, le chiffre 4,59. La détermination des températures de fusion et d'ébullition du chlorure de thorium a été assez délicate, à cause de l'attaque du verre et de la porcelaine par la vapeur de ce composé. La détermination a été faite au moyen d'un couple platine platine-iridié. Le chlorure, chauffé de 500° à 625° dans le vide, ne donne pas, après 10 minutes, de sublimé visible. Entre 720° et 750° on voit apparaître nettement des cristaux, mais le chlorure n'entre pas en fusion; nous avons trouvé comme point de fusion 820°. Nous rappellerons ici que MM. Krüss et Nilson avaient pris sa densité de vapeur à des températures comprises entre 1000° et 1400°.

Nous indiquerons quelques propriétés nouvelles de ce composé qui viennent s'ajouter à celles qui sont déjà connues. Le fluor déplace le chlore de ce composé dès la température ordinaire, et, si l'on chauffe légèrement, l'attaque se produit avec violence, et toute la masse est portée à l'incandescence. Porté au rouge dans un courant d'oxygène, il donne de la thorine. Le chlorure de thorium, maintenu au rouge sombre dans un courant de vapeur de soufre entraîné par de l'hydrogène, fournit de l'acide chlorhydrique et un sulfure noir, mélangé d'une petite quantité de poudre jaune qui est un oxysulfure de thorium. On peut séparer ce dernier composé en attaquant par l'acide chlorhydrique, qui dissout le sulfure noir et laisse intact le précipité jaune. Chauffé dans les mêmes conditions en présence de vapeurs de sélénium, ce chlorure fournit un séléniure de couleur noire, analogue à celui qui a été signalé par MM. Moissan et Étard dans l'action du sélénium sur le carbure de thorium. Maintenu au rouge dans un courant de vapeurs de phosphore, il fournit un phosphure noir. Il n'est pas attaqué à 600° par le bore et le silicium, mais, à cette température, le calcium le réduit avec incandescence. Il en est de même du thorium métallique en petits cristaux.

Au contact de l'ammoniac liquéfié, il se désagrège et fournit une poudre cristalline de chlorure de thorium ammoniacal peu soluble dans le liquide

(1) Cleve, *Jahresb.*, 1874, p. 261.

où elle s'est formée et comparable aux composés préparés par Chydénius et par Mattews [1].

Projeté sur l'azotate ou le chlorate de potassium en fusion, ce sel se décompose rapidement sans incandescence.

Analyses. — L'analyse de ce chlorure de thorium a été faite tout d'abord sur des échantillons qui avaient été transvasés d'un tube dans un autre, ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, et, dans ce cas, les dosages du chlore et du thorium étaient toujours trop faibles, par suite de l'action décomposante de l'humidité de l'air. En recueillant directement les échantillons dans les tubes de verre qui ont été scellés et pesés, nous avons obtenu les déterminations suivantes :

	I.	II.	Théorie.
Thorium.......	61,94	62,42	62,12
Chlore.........	38,05	37,60	37,88

Ces analyses, faites sur des échantillons très bien cristallisés, ne sont cependant pas absolument concordantes.

Bromure de thorium. Préparation. — Ce composé, obtenu antérieurement par MM. Troost et Ouvrard en faisant agir la vapeur de brome sur un mélange de thorine et de charbon [2], a été préparé, dans les mêmes conditions que le chlorure, par l'action des vapeurs de brome sur la fonte de thorium. Le sublimé obtenu a été distillé, une première fois dans l'hydrogène, et une seconde fois dans le vide, dans un appareil identique à celui que nous venons de décrire. Nous avons ainsi obtenu, à volonté, des cristaux transparents et une masse blanche fondue. Les échantillons de ce bromure de thorium, conservés dans de petits tubes scellés, à la lumière diffuse du laboratoire, nous ont présenté un curieux phénomène de décomposition très lente. Ils deviennent lentement gris, en abandonnant des vapeurs de brome. La solubilité de ce bromure est comparable à celle du chlorure. Sa densité, prise dans le benzène sec, nous a donné les chiffres suivants : densité des cristaux, 5,62; densité du sel fondu, 5,67. Il n'est que très peu radioactif.

En chauffant le bromure, dans le vide, à une température comprise entre 600° et 620°, la tension de vapeur est déjà suffisante pour produire

(1) MATTEWS, *Journ. amer. chem. Soc.*, t. XX, 1898, p. 815.

(2) TROOST et OUVRARD, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII, 1889, p. 227.

un léger sublimé. Après une chauffe de 6 heures à 710°, le bromure est complètement sublimé, dans le vide, en aiguilles brillantes, sans laisser de résidu. Son point d'ébullition est voisin de 725°. Le bromure de thorium fond plus bas et est plus facilement volatilisable que le chlorure.

Le fluor attaque ce composé, à la température ordinaire, avec incandescence. Dans un courant de chlore, il suffit de chauffer légèrement pour chasser tout le brome. Maintenu au rouge dans un courant d'oxygène il donne de la thorine et des vapeurs de brome. L'hydrogène sulfuré et l'hydrogène sélénié fournissent, au rouge sombre, un sulfure et un séléniure qui possèdent les propriétés du sulfure noir et du séléniure préparés au moyen du chlorure.

Le bromure de thorium est réduit au rouge sombre par le calcium avec incandescence.

Le bromure anhydre, comme le chlorure, se délite dans l'ammoniac liquéfié à —40°, puis foisonne et donne un bromure ammoniacal.

Le bromure de thorium est complètement soluble dans l'eau, et cette solution, évaporée sur l'acide sulfurique, dans le vide, à froid, ne tarde pas à se concentrer, puis à devenir légèrement rouge. Il se forme bientôt une abondante cristallisation, et, lorsque toute l'eau est évaporée, le résidu correspond à un hydrate à 8^{mol} d'eau, $ThBr^4, 8H^2O$, comparable au chlorure hydraté de M. Cleve.

Si l'on fait bouillir cette solution aqueuse de bromure de thorium, en présence de l'air, puis que l'on sèche à l'étuve jusqu'à + 160°, le bromure de thorium s'oxyde et l'on obtient un composé blanc se rapprochant de la formule $ThOBr^2$.

Analyses. — Le bromure de thorium anhydre nous a donné les chiffres suivants :

	I.	II.	Théorie.
Thorium	41,67	42,07	42,09
Brome	58,04	58,01	57,91

Les analyses, faites sur deux échantillons d'oxybromure préparés dans des conditions différentes, nous ont fourni :

	I.	II.	Théorie.
Thorium	55,24	57,59	56,92
Brome	35,85	35,14	39,17

En résumé, le chlorure de thorium $ThCl^4$ et le bromure $ThBr^4$ se préparent avec facilité, par l'action du chlore ou du brome sur la fonte de

thorium. Mais ces deux composés, fondus ou en vapeurs, attaquent le verre et la porcelaine avec facilité, et rendent difficile leur obtention dans un grand état de pureté. On comprend, dès lors, qu'il ait été assez difficile de fixer leur densité de vapeur. Ils possèdent, l'un et l'autre, les propriétés générales des composés de ce groupe.

PATHOLOGIE. — *Sur un cas de transmission par des ixodes de la spirillose et de la piroplasmose bovines.* Note de MM. **A. Laveran** et **Vallée.**

Le 23 avril dernier, l'un de nous recevait la Note suivante de M. Theiler, vétérinaire à Pretoria (Transvaal), accompagnant un envoi de larves de tiques : « Je vous envoie des larves de *Rhipicephalus decoloratus*. C'est la tique qui transmet la spirillose des Bovidés [1]. Vous n'avez qu'à mettre les larves sur un Bovidé et, après une quinzaine de jours, vous constaterez l'existence de la spirillose chez cet animal. Je ne doute pas du succès, j'ai produit la spirillose de cette manière à maintes reprises. »

La tique mère avait été prise, bien entendu, sur un Bovidé infecté de spirillose.

Les larves étaient bien vivantes à leur arrivée à Paris.

Le 24 avril, des larves de tiques en grand nombre sont déposées sur une vache normande de 3 ans, neuve. La vache est isolée dans une écurie du Service des maladies contagieuses à l'École vétérinaire d'Alfort et des précautions minutieuses sont prises pour empêcher la dispersion des larves. Ces larves se fixent sur l'animal, principalement au niveau des points où la peau est mince, et ne tardent pas à grossir.

La recherche des spirilles dans les larves écrasées ne donne que des résultats négatifs (recherche à l'état frais ou sur des frottis colorés).

Du 8 au 12 mai, conformément aux prévisions de M. Theiler, l'examen du sang de la vache révèle l'existence de spirilles. Les spirilles, faciles à voir dans le sang frais, sont peu nombreux; les examens du sang faits les 8, 9, 10, 11 et 12 mai révèlent de 5 à 10 parasites dans une préparation ordinaire.

Du 8 au 12 mai, la vache ne présente aucun symptôme morbide, sa température reste normale.

A partir du 13 mai, l'examen du sang ne révèle plus l'existence de spirilles.

Le 16 mai, la température de la vache s'élève brusquement à 40°,5 et, le 19 au matin, elle atteint 41°.

---

(1) A. Laveran, *Comptes rendus,* 3 novembre 1902 et 20 avril 1903. — Theiler, *Journ. of compar. Pathol. a. Therap.,* mars 1904.

Le 17 mai, on constate l'existence dans le sang de nombreux *Piroplasma bigeminum* types, il n'y a pas de *P. parvum*.

La piroplasmose aiguë évolue avec ses symptômes caractéristiques, mais sans hémoglobinurie. La prostration est intense. Mort dans la nuit du 21 au 22 mai.

L'autopsie révèle toutes les lésions de la piroplasmose aiguë.

Les larves de *Rh. decoloratus* déposées sur la vache le 24 avril ne mesuraient que $0^{mm},5$ de long; le 18 mai, la tête, l'encolure, la croupe de la vache étaient couvertes de centaines de tiques presque toutes adultes, gorgées de sang et, du 18 au 21 mai, beaucoup de ces tiques se détachaient pour pondre.

Des larves de tiques provenant d'un deuxième envoi de M. Theiler ont été déposées le 1er mai sur un jeune bovin de race tarentaise. Cet animal n'a pas présenté de trouble morbide jusqu'ici (3 juin) et l'existence de spirilles n'a pas été constatée dans le sang.

Enfin des larves de tiques du premier envoi ont été déposées le 16 mai sur un mouton berrichon qui ne s'est pas infecté.

Ces résultats négatifs s'expliquent : très peu de tiques ont pris sur le jeune bovin et aucune ne s'est attachée sur le mouton.

L'expérience de transmission de la spirillose bovine rapportée plus haut nous semble particulièrement probante, en raison des conditions dans lesquelles elle a été faite; cette spirillose n'a jamais été observée en France, ni même en Europe et l'on ne peut pas mettre en doute l'infection du bovidé par les larves de tiques provenant du Transvaal.

D'ailleurs ce mode de transmission n'est pas un fait isolé dans l'histoire des spirilloses. Il résulte des travaux de Marchoux, Salimbeni et Borrel (1), qu'une tique, *Argas miniatus*, propage la spirillose brésilienne des poules. D'autre part les recherches de Cook, Ph. Ross et Milne, confirmées par Dutton et Todd, ont montré que la *Tick fever* de l'Afrique équatoriale, propagée par *Ornithodorus Savignyi* var. *cœca*, était une spirillose (2).

Theiler a constaté l'existence de spirilles chez des moutons au Transvaal et il aurait été intéressant de produire la spirillose avec les mêmes larves de tiques, chez un bovidé et chez un mouton; malheureusement aucune des larves que nous avons déposées sur le mouton ne s'est fixée.

Le bovidé sur lequel nous avions déposé les larves de *Rh. decoloratus*, et

(1) Marchoux et Salimbeni, *Ann. de l'Institut Pasteur*, 1903. — Borrel et Marchoux, *Soc. de Biologie*, 25 février 1905.

(2) A.-R. Cook, *Journ. of trop. med.*, 15 janvier 1904. — Ph.-H. Ross et A.-D. Milne, *Brit. med. Journal*, 26 novembre 1904; *Brit. med. Journal*, 6 mai 1905. Article nécrologique consacré à Dutton.

qui s'était infecté d'abord de spirillose, a succombé à une piroplasmose aiguë. Ce fait s'explique facilement; en effet, au Transvaal, les infections mixtes par les spirilles et les piroplasmes sont de règle chez les bovidés; il n'est pas douteux que le bovidé infecté de spirillose, sur lequel a été nourrie la tique qui a fourni les larves avec lesquelles nous avons fait notre expérience, était également atteint de piroplasmose; les infections dues au *Piroplasma* sont souvent latentes chez les bovidés et de longue durée. Le rôle des tiques dans la transmission de la piroplasmose bovine, démontré par les belles recherches de Smith et Kilborne, souvent vérifiées, est aujourd'hui bien connu; nous n'avons donc pas à insister sur cette partie imprévue de notre expérience.

En résumé, l'expérience qui fait l'objet de cette Note montre que les larves de *Rhipicephalus decoloratus* provenant d'une tique nourrie sur un bovidé infecté de spirillose peuvent transmettre cette maladie à des bovidés sains. Des recherches poursuivies au Transvaal avaient déjà conduit M. Theiler à cette conclusion, mais il était intéressant de faire une expérience en dehors de la zone d'endémicité de la spirillose bovine.

L'expérience faite par nous à Alfort avec des larves de tiques provenant du Transvaal montre en outre, une fois de plus, que la piroplasmose bovine est propagée par les ixodes.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Mammifères tertiaires, méthodes et principes.* Note de M. **Charles Depéret**.

Les Mammifères tertiaires sont assurément, de tous les animaux fossiles, ceux qui ont apporté, en faveur de l'hypothèse de l'évolution, les faits les plus intéressants et les arguments d'apparence la plus démonstrative. Cependant les recherches que je poursuis depuis 25 ans sur les groupes les plus divers de Mammifères fossiles m'ont amené peu à peu à la conviction qu'un grand nombre des *faits d'évolution paléontologique* réputés les plus solides sont fort loin d'être indiscutables, et même que beaucoup des *filiations* généralement admises doivent être regardées comme tout à fait inexactes. L'hypothèse transformiste n'a rien à perdre, à mon sens, à se dégager de ces conceptions douteuses ou erronées, qui enlèvent aux données de la Paléontologie le degré de précision et de certitude que l'on est en droit d'exiger de toute recherche scientifique.

Il m'a paru qu'une bonne part de ces incertitudes étaient dues à la défec-

tuosité des méthodes employées pour établir la filiation des êtres fossiles et je me propose de faire d'abord un exposé critique de ces méthodes, en même temps que je m'efforcerai d'établir, en les fixant par des exemples, les principes qui m'ont servi de guide dans cet ordre de recherches.

La méthode généralement suivie repose sur la considération des *adaptations fonctionnelles*. Elle a reçu sa plus remarquable expression dans les beaux travaux de W. Kowalevsky et de M. A. Gaudry.

Elle consiste à étudier, dans une série de genres qui se succèdent plus ou moins exactement dans l'ordre chronologique, les modifications fonctionnelles d'un seul organe ou d'un seul groupe d'organes. La nature de ces organes est d'ailleurs variable suivant les groupes étudiés : c'est ainsi que la réduction des doigts latéraux chez les Imparidigités et les Paridigités, la complication des prémolaires chez les Tapiridés, celle des tuberculeuses chez les Ursidés, le développement progressif des os nasaux chez les Rhinocéridés, celui des bois chez les Cervidés, ont été pris à tour de rôle comme *fils conducteurs* dans l'établissement des *séries de formes* ou *enchaînements,* auxquelles on a attribué la valeur de *séries naturelles,* dont les divers termes seraient apparentés par voie de descendance.

Cette méthode présente, à mon avis, les plus grands dangers. Elle entraîne, en effet, à confondre l'*évolution réelle* d'un groupe naturel d'animaux fossiles avec ce qui n'est effectivement que l'*évolution fonctionnelle d'un organe* dans une série de genres appartenant à des rameaux naturels différents, et n'ayant entre eux aucun rapport de parenté directe. Deux exemples de ces séries que je considère comme *artificielles,* celle des *Équidés* et celle des *Ursidés,* éclaireront cette démonstration.

La filiation des Équidés a été étudiée parallèlement en Europe par Huxley et Kowalewsky, en Amérique par Marsh et Cope. Je ne m'occuperai ici que de la série européenne, qui, partant du *Palæotherium* et du *Paloplotherium,* aboutirait au Cheval par l'intermédiaire de l'*Anchitherium* et de l'*Hipparion*. Ces genres forment, en effet, un série très remarquable (presque toujours citée comme exemple classique d'évolution), au point de vue de l'atrophie graduelle des deuxième et quatrième doigts et de la prédominance définitive du troisième doigt dans la patte *solipède* du Cheval. Cependant Mme Pavlow, ainsi que MM. Schlosser et Weithofer, ont prouvé que ni le *Palæotherium* ni l'*Hipparion* (j'ajouterai volontiers ni l'*Anchitherium*) ne sauraient être compris dans la filiation directe du Cheval. Ce sont des rameaux distincts et parallèles, éteints sans laisser de rejetons, et dont

les relations hypothétiques ne pourront être retrouvées un jour qu'en remontant à des périodes beaucoup plus anciennes. L'observation géologique établit, du reste, d'une manière formelle qu'il n'existe aucun passage graduel entre ces genres; le dernier *Palæotherium* était éteint depuis longtemps, *sans se transformer*, lorsque est apparu le premier *Anchitherium*, et ce dernier avait à son tour disparu, *sans modification*, avant d'être brusquement remplacé par l'invasion des *Hipparion*. La *prétendue filiation* des Équidés est une apparence trompeuse, qui nous donne seulement le *procédé* général par lequel une patte tridactyle d'Ongulé peut se transformer, dans des groupes divers, en une patte monodactyle, en vue d'une adaptation à la course; mais elle ne nous éclaire nullement sur l'origine paléontologique des Chevaux.

La *filiation* des Ours a été l'objet, de la part de MM. Gaudry et Boule, d'une étude fondée sur le développement progressif des tuberculeuses et la réduction corrélative des prémolaires chez divers types de Carnassiers tertiaires. Cette filiation partirait des *Amphicyon* pour aboutir aux *Ursus* par l'intermédiaire de l'*Hemicyon* du Miocène moyen, des *Hyænarctos* du Miocène supérieur et du Pliocène, et enfin de l'*OEluropus* actuel. Cette série, assez bien ordonnée au point de vue spécial de l'augmentation de grandeur et de surface des tuberculeuses, me paraît inexacte, en tant que *filiation naturelle*. Il suffira, pour le démontrer jusqu'à l'évidence, de constater qu'il existe, dès le Miocène moyen, de petits Carnassiers qui présentent déjà, dans leur structure dentaire et ostéologique, sauf la taille, presque tous les caractères des véritables Ours. M. Schlosser a donné avec raison le nom d'*Ursavus* à ces Ours en miniature, dont une espèce (*U. Depereti* Schl.) existe dans le Miocène supérieur de Souabe et du Bas-Dauphiné, et dont l'un de mes élèves, M. Gaillard, a fait connaître une forme plus petite (*U. primævus*) dans le Miocène moyen de La Grive-Saint-Alban. Ces faits laissent prévoir la découverte d'*Ursavus* encore plus minuscules dans le Miocène inférieur et l'Oligocène. MM. Gaudry et Boule ont donc étudié seulement divers degrés d'adaptation des dents tuberculeuses à un régime omnivore chez plusieurs groupes de Carnassiers; ils ne me paraissent point avoir élucidé l'origine réelle du groupe des Ours.

Il devient maintenant facile, grâce à ces exemples, de préciser, au point de vue des principes généraux de l'évolution, les genres d'erreur auxquels peut donner lieu l'emploi de la méthode précitée :

1° *Établissement de filiations artificielles*, faisant descendre les uns des autres des genres qui n'ont entre eux aucun *lien généalogique réel*. Un cri-

térium formel de ces filiations inexactes est l'*absence totale de formes de passage* entre les genres faussement groupés. Et il ne suffit nullement de plaider, comme on l'a fait souvent depuis Darwin, l'insuffisance des documents paléontologiques. Les formes de passage entre ces genres, non seulement n'existent pas, mais *ne peuvent pas avoir existé*, puisqu'il s'agit de rameaux distincts et parallèles, ayant eu chacun une évolution et une histoire indépendantes.

2° *Durée trop courte attribuée à l'évolution des groupes.* — Cette allure rapide, qui transformerait un *Palæotherium* en un Cheval depuis l'Oligocène, un *Amphicyon* en un Ours depuis le Miocène moyen, ne répond pas à la réalité des faits. J'essaierai de montrer que les *rameaux phylétiques naturels* sont extrêmement longs et se poursuivent parallèlement sans se souder presque jusqu'au début des temps tertiaires, et peut-être même beaucoup plus loin.

La méthode à laquelle j'ai été conduit (¹) repose sur les principes généraux suivants :

1. Chaque famille et même chaque grand genre de Mammifères fossiles forme, non pas une série unique, mais un faisceau multiple de *rameaux phylétiques* ayant évolué parallèlement pendant une longue durée des temps géologiques.

2. La constitution exacte et *réelle* de ces rameaux doit se faire pas à pas et sans lacunes, d'étage en étage et même de sous-étage en sous-étage, en utilisant, non pas un organe isolé, mais l'ensemble de l'organisation (molaires, canine, incisives, caractères craniens et squelettiques).

3. Cette reconstitution est grandement facilitée par une *loi des plus générales* en Paléontologie : la loi de l'augmentation progressive de grandeur des espèces d'un même rameau en allant des formes les plus anciennes vers les plus jeunes qui deviennent souvent *géantes*.

4. Ces formes géantes qui terminent chaque rameau sont condamnées à un *arrêt d'évolution* et s'éteignent sans laisser de descendants.

5. La majeure partie des rameaux phylétiques se terminent brusquement à leur partie supérieure par l'extinction totale du rameau. Un petit nombre seulement a eu la sève nécessaire pour se poursuivre jusqu'aux espèces actuelles.

6. A leur partie inférieure, les rameaux phylétiques peuvent se suivre

---

(¹) M. le Dʳ Stehlin de Bâle a suivi des principes semblables dans ses beaux travaux qui font suite aux remarquables Mémoires de son maître Rütimeyer.

plus ou moins longtemps, mais s'arrêtent presque toujours aussi d'une manière brusque, ou plutôt ils semblent s'arrêter, parce que l'observateur se trouve en présence d'un *hiatus*, dû à une émigration lointaine du groupe considéré. L'évolution des rameaux se présente ainsi comme une ligne brisée dont les différents fragments sont empruntés à des *centres géographiques* parfois fort éloignés et souvent même inconnus.

7. La convergence ou la soudure des rameaux entre eux ne peut être observée que *très exceptionnellement*. Elle a dû avoir lieu à des époques géologiques très reculées (tertiaire inférieure ou époque secondaire), pour lesquelles les documents d'observation sont très incomplets ou même tout à fait absents.

Je me propose de démontrer prochainement la valeur de ces principes, en les appliquant à la reconstitution de l'histoire géologique de quelques groupes de Mammifères tertiaires, et je commencerai cette étude par l'importante famille des *Anthracothéridés*.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Observations magnétiques à Tananarive*. Note du R. P. Colin.

Comme les années précédentes, j'ai déterminé toutes les semaines les valeurs absolues des trois éléments magnétiques, à l'observatoire de Tananarive, avec les instruments de Brunner. La série de douze mois que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie correspond à l'année météorologique sous nos latitudes; elle commence avec la saison sèche, depuis mai jusqu'à octobre, et se termine avec la saison pluvieuse, depuis novembre jusqu'à avril inclusivement.

Voici les résultats obtenus :

Mesures absolues de la déclinaison, *en* 1904 *et* 1905.

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.		Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″			h m	h m	° ′ ″	
Mai 6...	11.20 à	11.34	10. 1.56	Moy. : 9°59′39″	Juill. 1...	11.20	11.33	9.59.15	Moy. : 9°57′24″
13...	11. 8	11.20	9.56.45		8...	11.25	11.40	10. 0.30	
20...	11.15	11.30	10. 0. 0		14...	15.10	15.27	9.54.22	
27...	11.40	11.50	9.59.56		21...	14. 0	14.19	9.53.52	
Juin 3...	11.40	11.49	10. 1. 4	Moy. : 9°59′36″	29...	11.25	11.45	9.59. 4	
10...	11.25	11.40	10. 0.45		Août 5...	11.43	11.55	9.59.73	Moy. : 9°59′59″
17...	11.25	11.40	10. 0. 7		12...	11.35	11.50	10. 0. 0	
24...	13.45	13.55	9.56.30		19...	11.40	11.54	9.59.49	
					26...	11.10	11.22	10. 0.30	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Sept. 2...	11.45	11.55	9.59. 0	Moy. : 9°59′27″
9...	11.40	11.52	9.59.15	
16...	12. 5	12.20	9.59.22	
24...	9. 0	9.17	10. 0.12	
Oct. 1...	9. 0	9.20	9.57.52	Moy. : 9°56′54″
8...	12. 0	12.15	10. 0.41	
15...	9.20	9.40	9.58.52	
22...	11 57	12.12	9.51.29	
29...	11.28	11.40	9.55.38	
Nov. 5...	9.35 à	9.49	9.55.50	Moy. : 9°52′7″
11...	12. 5	12.20	9.47. 4	
19...	11.20	11.32	9.51.46	
25...	11. 0	11.13	9.50.52	
29...	8.22	8.35	9.55. 7	
Déc. 9...	12.54	13. 5	9.49. 0	Moy. : 9°50′12″
13...	13.25	13.40	9.47.56	
23...	11.35	11.49	9.50.26	
30...	11.42	11.55	9.53.26	

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Janv. 6...	11.35	11.48	9.50.52	Moy. : 9°52′13″
13...	11.25	11.36	9.53.22	
20...	11.55	12.10	9.48.26	
27...	11.25	11.41	9.53.15	
Févr. 3...	11.30	11.43	9.47.52	Moy. : 9°49′56″
10...	11.25	11.39	9.50.56	
17...	11.35	11.48	9.49.37	
24...	11.36	11.50	9.51.22	
Mars 3...	11.30	11.42	9.49.56	Moy. : 9°50′47″
10...	11.37	11.52	9.54.26	
17...	11.45	12. 0	9.51. 7	
24...	11.37	11.50	9.49. 7	
31...	11.35	11.52	9.49.19	
Avril 7...	11.35	11.50	9.50.34	Moy. : 9°50′11″
14...	12.15	12.29	9.50.26	
18...	11.20	11.34	9.50.23	
28...	11.35	11.47	9.49.22	

Mesures absolues de l'inclinaison, en 1904 et 1905.

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″	
Mai 7...	11.25 à	11.53	54. 2.18	Moy. : 54°5′22″
14...	11.20	11.47	54. 0.41	
21...	11.30	12. 0	54. 4.56	
28...	11.20	11.55	54.13.36	
Juin 4...	11.36	12.35	54.10.54	Moy. : 54°6′15″
11...	11.25	12. 0	54. 3.30	
18...	11.23	11.56	54. 5.42	
25...	11.40	12.15	54. 4.54	
Juill. 2...	11.25	11.55	54. 7.40	Moy. : 54°4′21″
9...	11.35	12.10	54. 6.12	
16...	11.20	11.55	54. 3. 7	
22...	11.20	11.52	54. 4.22	
30...	11.47	12.20	54. 0.26	
Août 6...	11.45	12.20	54. 8.55	Moy. : 54°7′27″
13...	11.35	12. 8	54. 5.58	
20...	11.15	11.45	54. 8.22	
27...	11.47	12.20	54. 6.36	
Sept. 3...	11.35	12.10	54. 5.36	Moy. : 54°3′54″
10...	11.36	12. 8	54. 1.22	
17...	13.30	14. 0	54. 1.23	
24...	11.40	12.20	54. 7.15	

Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″	
Oct. 1...	11.50	12.25	54.12.13	Moy. : 54°8′38″
8...	14.30	15. 0	54.13.17	
15...	11.55	12.25	54. 8.21	
22...	14.53	15.22	54. 0.43	
Nov. 5...	13.14 à	13.42	54. 1. 4	Moy. : 54°4′10″
12...	11.33	12. 5	54. 9.31	
18...	11.20	11.55	54.14.37	
26...	11.19	11.50	54. 2.52	
29...	12.27	12.50	53.53. 6	
Déc. 9...	13.55	14.25	54.11. 5	Moy. : 54°9′4″
17...	12.47	13.15	54. 3.11	
24...	11.32	12. 7	54. 8.17	
31...	11.19	11.50	54.13.45	
Janv. 7...	11.20	11.55	54.15.13	Moy. : 54°12′21″
14...	11.47	12.18	54. 2.45	
21...	11.30	12. 0	54.15. 6	
28...	11.32	11.58	54.16.22	
Fév. 4...	11.35	12. 0	54. 7. 7	Moy. : 54°7′57″
11...	11.40	12. 7	54. 7.28	
18...	11.45	12.13	54. 8.23	
25...	11.40	12.10	54. 8.51	

Dates.	Heures.		Inclinaison.		Dates.	Heures.		Inclinaison.	
	h m	h m	° ′ ″			h m	h m	° ′ ″	
Mars 4...	11.40	12.30	54. 6. 5	Moy. : 54°9′51″	Avril 1...	11.40	12.15	54.12.50	Moy. : 54°6′27″
11...	11.45	12.20	54. 3. 6		8...	11.45	12.15	54. 6. 8	
18...	11.48	12.15	54.14.18		15...	11.43	12.10	54.11. 4	
25...	11.37	12. 7	54.16. 8		19...	11.30	11.55	53.54.26	
					29...	11.25	11.50	54. 7.48	

Mesures absolues de la composante horizontale, en 1904 *et* 1905.

Dates.	Heures.		Composante horizontale.		Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
	h m	h m				h m	h m		
Mai 6...	11.34 à	12. 5	0,25532	Moy. : 0,25547	Nov. 5...	9.49 à	10.26	0,25528	Moy. : 0,25581
13...	11.21	11.50	0,25535		11...	12.21	12.52	0,25667	
20...	11.31	12. 3	0,25534		19...	11.33	12. 2	0,25558	
28...	11.51	12.24	0,25597		25...	11.13	11.42	0,25593	
Juin 3...	11.49	12.25	0,25504	Moy. : 0,25538	29...	8.38	9. 6	0,25561	
10...	11.41	12.13	0,25514		Déc. 9...	13. 6	13.44	0,25617	Moy. : 0,25573
17...	11.42	12.15	0,25554		13...	13.41	14. 9	0,25597	
24...	13.56	14.29	0,25581		23...	11.50	12.21	0,25554	
Juill. 1...	11.33	12. 6	0,25543	Moy. : 0,25561	30...	11.55	12.27	0,25525	
8...	11.40	12.12	0,25546		Janv. 6...	11.48	12.20	0,25480	Moy. : 0,25512
14...	15.27	16. 9	0,25482		13...	11.36	12. 6	0,25566	
21...	14.19	14.51	0,25637		20...	12.10	12.41	0,25522	
29...	11.45	12.18	0,25598		27...	11.42	12.15	0,25480	
Août 5...	11.57	12.31	0,25541	Moy. : 0,25551	Fév. 3...	11.43	12.14	0,25553	Moy. : 0,25529
12...	11.50	12.22	0,25561		10...	11.39	12. 6	0,25523	
19...	11.54	12.24	0,25557		17...	11.49	12.16	0,25554	
26...	11.22	11.52	0,25547		24...	12.22	12.53	0,25489	
Sept. 2...	11.56	12.27	0,25520	Moy. : 0,25543	Mars 3...	11.42	12.24	0,25517	Moy. : 0,25511
9...	11.53	12.27	0,25532		10...	11.52	12.25	0,25472	
16...	12.22	12.54	0,25552		17...	12. 0	12.24	0,25511	
24...	9.18	9.54	0,25570		24...	11.50	12.16	0,25542	
Oct. 1...	9.21	9.50	0,25562		31...	12.14	12.44	0,25516	
8...	12.17	12.49	0,25582	Moy. : 0,25548	Avril 7...	12.15	12.44	0,25483	Moy. : 0,25519
15...	9.40	10. 9	0,25557		14...	12.29	12.58	0,25525	
22...	12.12	12.47	0,25586		18...	11.34	12. 9	0,25534	
29...	11.41	12.13	0,25456		28...	11.48	12.18	0,25534	

On déduit de ces observations, qu'à Tananarive, depuis le mois de mai 1904 jusqu'en avril 1905 : 1° la déclinaison a diminué de 7′32″; un maximum a eu lieu au mois d'août, un minimum en février; 2° l'inclinaison a augmenté de 1′5″; un maximum s'est produit en janvier, un minimum en septembre; 3° la composante horizontale a diminué de 0,00028; elle a éprouvé un maximum en novembre, un minimum en mars.

M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie du Tome I des *Œuvres de Charles Hermite,* qu'il publie sous les auspices de l'Académie des Sciences.

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de son Volume intitulé : *La valeur de la Science,* qui fait suite à l'Ouvrage qui porte pour titre : *La Science et l'Hypothèse.*

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie du fascicule IV du *Cours de Botanique* qu'il publie en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon.* Ce fascicule, qui termine le Volume des Phanérogames, renferme toutes les familles de Monocotylédones, l'historique de la classification des Angiospermes, la morphologie et l'anatomie des Gymnospermes, les familles de Gymnospermes, la comparaison entre les Angiospermes et les Gymnospermes, l'historique de la morphologie et de la classification des Gymnospermes.

S. A. S. le Prince **de Monaco** fait hommage à l'Académie d'une *Carte générale bathymétrique des océans,* dressée par ordre de S. A. S. le Prince de Monaco, d'après le Mémoire de M. le professeur Thoulet, sous la direction de M. Charles Sauerwein, par M. Tollemer et plusieurs collaborateurs.

Cette Carte comprend 24 feuilles au $\frac{1}{10\,000\,000}$ et 1 feuille d'assemblage.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de candidats à la Chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Pour l'élection du candidat à présenter en première ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Verneuil obtient.	41	suffrages
M. Damour »	11	»

Il y a 2 bulletins blancs.

Pour l'élection du candidat à présenter en deuxième ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Damour	obtient	39	suffrages
M. Rosenstiehl	»	4	»
M. Granger	»	2	»
M. Prud'homme	»	1	»

Pour l'élection du candidat à présenter en troisième ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Granger	obtient	36	suffrages
M. Rosenstiehl	»	1	»
M. Damour	»	1	»

Il y a 2 bulletins blancs ou nuls.

En conséquence, l'Académie proposera à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, la liste suivante :

En première ligne	M. **Verneuil.**
En deuxième ligne	M. **Damour.**
En troisième ligne	M. **Granger.**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de candidats à la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Pour l'élection du candidat à présenter en première ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Rosenstiehl	obtient	32	suffrages
M. Prud'homme	»	9	»
M. Lemoult	»	2	»

Il y a 2 bulletins blancs.

Pour l'élection du candidat à présenter en deuxième ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Prud'homme	obtient	25	suffrages
M. Lemoult	»	9	»

Il y a 2 bulletins blancs.

Pour l'élection du candidat à présenter en troisième ligne :

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 28,

M. Lemoult obtient. . . . . 22 suffrages

Il y a 6 bulletins blancs.

En conséquence, l'Académie proposera à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. **Rosenstiehl**.
En deuxième ligne . . . . M. **Prud'homme**.
En troisième ligne . . . . M. **Lemoult**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Les fours électriques et leurs applications industrielles, par Jean Escard. Préface de Henri Moissan. (Présenté par M. H. Moissan.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Principes de Géométrie anallagmatique et de Géométrie réglée intrinsèques*. Note de M. **A. Demoulin**.

J'appelle *Géométrie anallagmatique* la partie de la Géométrie où l'on étudie les figures dont les propriétés ne sont pas altérées par les transformations du groupe conforme.

On peut se proposer de constituer, en Géométrie anallagmatique, une théorie analogue à celle du trièdre mobile, en Géométrie euclidienne, et à celle du tétraèdre mobile, en Géométrie cayleyenne (voir, dans les *Comptes rendus,* notre Note du 8 août 1904). Les propriétés des coordonnées pentasphériques conduisent alors à prendre comme figure de référence mobile un système de cinq sphères deux à deux orthogonales.

Voici comment j'ai développé cette idée, l'hiver dernier, dans mon enseignement à l'Université de Gand.

Soit Σ_f un système fixe formé de cinq sphères deux à deux orthogonales. C'est la figure de référence relative à un système de coordonnées pentasphériques (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5). Soit, d'autre part, Σ_m un système mobile

dépendant d'un paramètre u et formé également de cinq sphères deux à deux orthogonales S_α, S_β, S_γ, S_δ, S_ε. Nous définirons ces sphères par les équations

$$\alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\varepsilon_1 X_1 + \varepsilon_2 X_2 + \varepsilon_3 X_3 + \varepsilon_4 X_4 + \varepsilon_5 X_5 = 0,$$

et nous poserons

$$S\alpha_i^2 = \alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2 + \alpha_5^2 = 1,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$S\varepsilon_i^2 = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_4^2 + \varepsilon_5^2 = 1.$$

$(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1, \varepsilon_1), \ldots, (\alpha_5, \beta_5, \gamma_5, \delta_5, \varepsilon_5)$ sont cinq solutions du système suivant d'équations aux inconnues α, β, γ, δ, ε :

$$\frac{d\alpha}{du} = r\beta - q\gamma - \xi\delta - \lambda\varepsilon,$$
$$\frac{d\beta}{du} = -r\alpha + p\gamma - \eta\delta - \mu\varepsilon,$$
$$\frac{d\gamma}{du} = q\alpha - p\beta - \zeta\delta - \nu\varepsilon,$$
$$\frac{d\delta}{du} = \xi\alpha + \eta\beta + \zeta\gamma - \sigma\varepsilon,$$
$$\frac{d\varepsilon}{du} = \lambda\alpha + \mu\beta + \nu\gamma + \sigma\delta,$$

où l'on a posé

$$p = S\gamma_i \frac{d\beta_i}{du}, \qquad q = S\alpha_i \frac{d\gamma_i}{du}, \qquad r = S\beta_i \frac{d\alpha_i}{du},$$
$$\xi = S\alpha_i \frac{d\delta_i}{du}, \qquad \eta = S\beta_i \frac{d\delta_i}{du}, \qquad \zeta = S\gamma_i \frac{d\delta_i}{du},$$
$$\lambda = S\alpha_i \frac{d\varepsilon_i}{du}, \qquad \mu = S\beta_i \frac{d\varepsilon_i}{du}, \qquad \nu = S\gamma_i \frac{d\varepsilon_i}{du}, \qquad \sigma = S\delta_i \frac{d\varepsilon_i}{du}.$$

Les dix quantités $p, q, r, \xi, \eta, \zeta, \lambda, \mu, \nu, \sigma$ peuvent être appelées les *vitesses* du système Σ_m.

Réciproquement, étant données dix fonctions de u, il existe un système Σ_m dont ces fonctions sont les vitesses et qui, pour $u = u_0$, coïncide avec un système Σ_m^0 formé de cinq sphères, deux à deux orthogonales, et arbitrairement choisi. Tous les mouvements de Σ_m qui correspondent aux divers choix possibles de Σ_m^0 se déduisent de l'un d'eux au moyen des ∞^{10} transformations du groupe conforme.

Cela posé, envisageons, en même temps que le système mobile Σ_m, un point M, mobile ou fixe, et soient, à l'*instant u*, $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ ses coordonnées pentasphériques prises par rapport au système Σ_m (¹). A l'instant $u + \Delta u$, le point M occupera une nouvelle position M' dont les coordonnées, *prises par rapport au même système* Σ_m, pourront s'écrire

$$x_1 + V_{x_1}\Delta u + J_{x_1}\frac{\Delta u^2}{2} + \ldots, \quad \ldots.$$

Il s'agit d'exprimer en fonction de $x_1, \ldots, x_5$ et de leurs dérivées par rapport à u les quantités $(V_{x_1}, \ldots, V_{x_5})$, $(J_{x_1}, \ldots, J_{x_5})$, ...

Or, on a

$$(\mathrm{A})\quad \begin{cases} V_{x_1} = \lambda x_5 + \xi x_4 + q x_3 - r x_2 + \dfrac{dx_1}{du}, \\ V_{x_2} = \mu x_5 + \eta x_4 + r x_1 - p x_3 + \dfrac{dx_2}{du}, \\ V_{x_3} = \nu x_5 + \zeta x_4 + p x_2 - q x_1 + \dfrac{dx_3}{du}, \\ V_{x_4} = \sigma x_5 - \xi x_1 - \eta x_2 - \zeta x_3 + \dfrac{dx_4}{du}, \\ V_{x_5} = -\lambda x_1 - \mu x_2 - \nu x_3 - \sigma x_4 + \dfrac{dx_5}{du}, \end{cases}$$

et des formules analogues pour $(J_{x_1}, \ldots, J_{x_5})$, ...

L'étude des déplacements à 2, 3, ..., 8, 9 paramètres ne présente aucune difficulté. Supposons, par exemple, que le système Σ_m dépende de deux paramètres u et v. Lorsque u variera seul, il admettra les vitesses $p, q, r, \xi, \eta, \zeta, \lambda, \mu, \nu, \sigma$ et, lorsque v variera seul, les vitesses $p_1, q_1, r_1, \xi_1, \eta_1, \zeta_1, \lambda_1, \mu_1, \nu_1, \sigma_1$. Ces vingt vitesses sont liées par dix relations qu'il est inutile d'écrire ici. Réciproquement, si ces relations sont vérifiées, il existera ∞^{10} mouvements pour lesquels les vitesses seront les vingt fonctions considérées.

Quant aux formules qui donnent le déplacement absolu d'un point de coordonnées relatives $(x_1, \ldots, x_5)$, on les déduira des formules (A).

J'espère avoir bientôt l'honneur d'indiquer les résultats que j'ai obtenus en appliquant la théorie générale exposée ici à l'étude des surfaces et des

(¹) Les coordonnées *relatives* $(x_1, \ldots, x_5)$ sont liées aux coordonnées *absolues* $(X_1, \ldots, X_5)$ par des relations telles que la suivante :

$$x_1 = \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5.$$

enveloppes de sphères dont les deux nappes se correspondent avec conservation des lignes de courbure ou avec conservation des angles.

Après les développements qui précèdent, quelques mots suffiront pour caractériser la Géométrie réglée intrinsèque. Adoptant, pour définir une droite, les coordonnées de M. Klein, on prendra comme figure de référence fixe le système formé par six complexes linéaires deux à deux en involution et l'on rapportera les figures étudiées à une figure de référence mobile également formée de six complexes linéaires deux à deux en involution. Les formules que l'on obtiendra sont identiques à celles de la Géométrie anallagmatique de l'espace à quatre dimensions, à celles de la Géométrie cayleyenne de l'espace à cinq dimensions et enfin à celles qui sont relatives au mouvement autour d'un point fixe de la figure de l'espace à six dimensions formée de six droites issues de ce point et deux à deux orthogonales.

AÉRONAUTIQUE. — *Nouvelles expériences d'enlèvement de l'hélicoptère « M. Léger », au musée océanographique de Monaco.* Note de M. **Léger**.

Les expériences d'enlèvement de l'appareil [1] ont été continuées en augmentant progressivement le poids mort soulevé et les puissances données par le moteur, afin d'éprouver la résistance mécanique, de voir quelles parties céderaient les premières et d'en déduire le coefficient de sécurité pour la marche normale.

A cet effet, une seconde dynamo fut attelée à la première au moyen d'une courroie.

Dans une première expérience le poids mort fixé à l'appareil était de 50^{kg}. Sous une force de 10 chevaux, l'enlèvement a eu lieu si brusquement que les huit cordes qui retenaient l'appareil furent rompues d'un seul coup; chacune de ces cordes était cependant capable de porter un homme sans se rompre; la rupture des huit cordes eut lieu par traction simple, mais il faut tenir compte de ce fait qu'elles étaient attelées en biais et qu'il y a eu choc, l'appareil étant violemment projeté en l'air lorsque les cordes se sont tendues.

L'appareil ayant brisé ses amarres, son élan continua et s'arrêta seulement lorsqu'il fut maintenu par l'arbre qui se reliait à la dynamo et qui fut

[1] *Comptes rendus*, 15 mai 1905, p. 1311.

tordu. Le courant avait été interrompu dès que la rupture des cordes s'était produite.

L'appareil fut remis en expérience et fixé par des amarres plus fortes; les poids furent augmentés et l'on arriva ainsi jusqu'à enlever 100^{kg} de poids mort avec une force qu'il a été malheureusement impossible de mesurer exactement, mais qui fut certainement inférieure à 15 chevaux; on peut l'évaluer à 12 chevaux.

Ces 100^{kg} étaient ainsi constitués : le Dr Richard, Directeur du Musée océanographique, qui avait pris place sur une planchette fixée à l'appareil au moyen de deux cordes. Le Dr Richard pèse 74^{kg}; il fut enlevé trois fois, la dernière avec 26^{kg} de poids en plomb dont une partie était attachée aux pieds de l'appareil et le reste placé dans les poches du docteur.

Dès que les hélices ont tourné, l'appareil a fait un bond vertical, enlevant toute sa charge si brusquement que l'on a craint une nouvelle rupture des cordes le fixant au sol, et le courant fut interrompu aussitôt.

L'aisance avec laquelle s'est enlevé l'appareil prouve qu'il aurait pu soulever un poids plus grand encore avec la force qui lui était fournie.

La vitesse de rotation était de 60 tours par minute.

A la suite de l'essai, j'ai constaté des déformations dans les arbres des hélices. Ces arbres sont constitués par des tubes d'acier de 5^{cm} à 6^{cm} de diamètre et de $1^{mm},5$ d'épaisseur. L'incident ayant également faussé le train d'engrenages, il a été impossible de continuer l'expérience.

On notera que ces déformations proviennent d'efforts latéraux sur les engrenages et que, dans l'appareil définitif, ces efforts s'équilibrant deux à deux, le même accident n'est pas à craindre.

Les hélices n'ont subi aucune avarie et n'ont pas semblé souffrir de l'effort qu'elles ont supporté.

On peut donc dire que l'appareil a soulevé un homme de 74^{kg} avec le poids représentatif du moteur nécessaire et la provision d'essence pour une marche de 1 heure.

Au point de vue du coefficient de sécurité, on voit qu'il est franchement supérieur à 2, lorsque l'appareil fonctionne avec 6^{chx} et chargé de 25^{kg} de poids mort, ce qui correspond à la marche normale du grand appareil.

Enfin, voici ce que donnent ces chiffres reportés au grand appareil :

100^{kg} de poids mort enlevé par le petit appareil correspondent à 800^{kg} pour le grand.

Sur ces 800^{kg} il faut prendre :

	kg
Moteur de 100^{chx}, y compris la provision d'essence nécessaire à une marche de 1 heure	200
Voyageur	75
Reste disponible	525
Total	800

Ces 525^kg pourront servir à obtenir des vitesses horizontales plus grandes ou bien à emporter d'autres voyageurs ou du combustible pour une marche de plus longue durée.

En tout cas, ce chiffre est assez considérable pour montrer que le projet comporte une marge suffisante pour donner toutes les conditions de sécurité et de bon fonctionnement désirables.

HYDRAULIQUE. — *Nouveau mode d'application du tube de Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression.* Note de M. **H. Bellet**, présentée par M. Boussinesq.

Pour pouvoir déterminer le rendement d'un moteur hydraulique alimenté par une conduite forcée, il est nécessaire de pouvoir mesurer aussi exactement que possible le débit de cette conduite.

Voici un nouveau dispositif qui, adapté au tube de Pitot-Darcy, permet de mesurer la vitesse avec une très grande approximation. Il est basé sur le même principe que l'appareil enregistreur dont M. Mesnager a entretenu l'Académie dans sa Note du 11 janvier 1904; mais il est plus sensible, car il peut déceler une différence de pression pouvant être inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre d'eau. Il consiste à relier l'un des ajutages du Pitot-Darcy à l'une des branches d'un tube en U, non capillaire, dans lequel on a préalablement versé un liquide A, non miscible à l'eau et un peu plus dense que celle-ci, et à relier l'autre ajutage à l'autre branche de l'U, de manière à constituer un circuit complètement fermé.

Lorsque l'eau de la conduite est animée d'une certaine vitesse, la pression n'étant pas la même dans les deux ajutages, il se produit, dans les deux branches du tube en U, une dénivellation des surfaces de contact de l'eau et du liquide A. Si l'on désigne par d la densité par rapport à l'eau du liquide A, et par h la hauteur de la dénivellation produite, la relation qui donne la vitesse v en fonction de h est

$$k\frac{v^2}{2g} = h(d-1),$$

k étant le coefficient pratique du Pitot-Darcy. Ce coefficient est d'ailleurs très voisin de l'unité.

On voit immédiatement que la sensibilité du manomètre pourra être très grande, et qu'elle le sera d'autant plus que la densité du liquide A sera elle-même plus voisine de l'unité.

Au lieu d'employer un liquide plus dense que l'eau, on peut également employer un liquide moins dense. Il suffit simplement de renverser le tube en U.

Le liquide employé A doit être non miscible à l'eau et insoluble dans celle-ci. Il ne doit pas mouiller le verre et, pour faciliter les lectures, il doit être coloré, ou bien il doit dissoudre une matière colorante insoluble dans l'eau. Tels sont, par exemple, le sulfure de carbone ($d = 1,27$ environ), le tétrachlorure de carbone ($d = 1,64$ environ), la benzine ($d = 0,85$ environ), les huiles de pétrole, etc.

Le sulfure de carbone, notamment, donne de bons résultats. Sa densité est voisine de 1,27 et l'on peut facilement le colorer avec l'iode, qui est insoluble dans l'eau en présence du sulfure. La séparation du sulfure d'avec l'eau se fait suivant un ménisque très marqué et elle est très nette.

Les vitesses employées dans les conduites d'eau sont généralement comprises entre 1^m et 3^m par seconde. Or la mesure de la dénivellation peut se faire à 1^{mm} près; ce qui, pour une vitesse de 1^m, correspond à une erreur sur la vitesse de 3^{mm} seulement, de sorte que cette vitesse peut être estimée, abstraction faite du coefficient k du Pitot-Darcy, avec une approximation atteignant 0,3 pour 100.

Lorsqu'on soumettra l'appareil à des pressions différentes, la densité du liquide A pourra varier légèrement; mais, sans déterminer exactement la valeur de cette densité, non plus que celle du coefficient k, il suffira de tarer préalablement l'appareil en laboratoire, pour un liquide donné, et de dresser une Table correspondante, pour avoir tous les éléments nécessaires à une mesure.

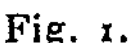
MAGNÉTISME. — *Propriétés magnétiques de l'élément simple de la pyrrhotine.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

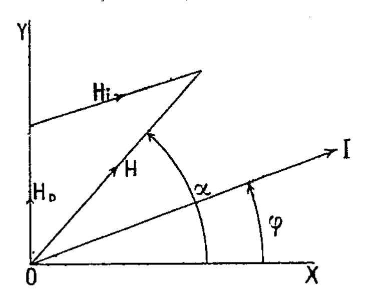
Dans une Note précédente (1) j'ai montré qu'un cristal de pyrrothine est formé par l'association de trois cristaux élémentaires, juxtaposés sous des angles de 120° et établi comment on peut atteindre les lois expérimentales de l'élément constituant de ce groupement.

Soit, pour cet élément, OX la direction de facile aimantation, OY celle de difficile aimantation dans le plan magnétique XOY. Supposons la gran-

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 15 mai 1905, p. 1332.

deur et la direction du champ et de l'aimantation correspondante caractérisées par H et α, I et φ. Nous faisons ici abstraction de l'hystérèse. Décomposons H en H_D dirigé suivant OY et H_I dirigé parallèlement à I. Le


Fig. 1.



rapport $\frac{H_D}{I \sin\varphi} = N$ est constant quels que soient H et α. *Tout se passe donc comme si la substance annulait, par un phénomène démagnétisant dû à sa structure, une composante du champ proportionnelle à la composante de l'aimantation dans la direction de difficile aimantation et si ensuite la composante restante était parallèle à l'aimantation.*

Ceci posé, on sait que le travail effectué par le champ quand l'extrémité du vecteur I se déplace de dI et de $I\,d\varphi$ est

$$dT = H\cos(\alpha - \varphi)\,dI + HI\sin(\alpha - \varphi)\,d\varphi.$$

dT est différentielle exacte et peut s'écrire, en mettant en évidence le travail des deux composantes H_I et H_D,

$$dT = H_I\,dI + NI\sin\varphi\,d(I\sin\varphi).$$

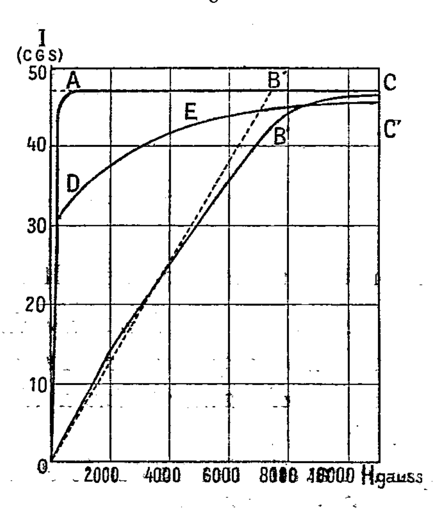
Le deuxième terme est aussi différentielle exacte, il en résulte que H_I n'est fonction que de I. *La loi de l'aimantation, déduction faite du champ démagnétisant, est donc la même dans tous les azimuts.*

Reste à indiquer cette loi pour un azimut particulier, par exemple pour la direction OX de facile aimantation. La courbe OABC (*fig.* 2), qui la représente, part de l'origine, avec une susceptibilité d'abord constante et égale à 0,43 qui conduirait à la saturation pour un champ de 110 gauss; mais, devenant concave du côté de l'axe des abscisses, elle n'atteint la saturation qu'à 700 gauss pour la conserver absolument constante jusqu'à 11140 gauss.

Pour l'interprétation de cette courbe dans les champs faibles, il convient de tenir compte des phénomènes démagnétisants provenant des dimensions finies de l'objet : un disque taillé parallèlement au plan magnétique, de 9^{mm} de diamètre et de $0^{mm},75$

d'épaisseur. Par assimilation à un ellipsoïde, on trouve qu'une substance de susceptibilité infinie et de même forme n'aurait qu'une susceptibilité apparente de 1,5. A ce phénomène démagnétisant connu, il faut ajouter ceux qui proviennent de quelques petites cassures visibles, des discontinuités de la matière, même d'apparence homogène, qui se trahissent par les légères variations de la densité et par les impuretés dont l'analyse indique toujours la présence, et enfin du fait du groupement cristalllin.

Fig. 2.



Cette remarque, rapprochée du fait consistant dans l'obtention de la saturation *pour une valeur finie du champ*, montre que cette valeur est d'autant plus faible que l'expérience est plus correcte, et, comme rien n'indique pour cette valeur une limite inférieure, nous ferons l'hypothèse suivante :

Dans la direction de facile aimantation, l'intensité d'aimantation atteint la saturation dès les champs les plus faibles et la conserve jusqu'aux champs les plus élevés.

L'expérience donne autant de vérifications de l'isotropie après déduction du champ démagnétisant qu'il y a de directions φ pour lesquelles la loi d'aimantation a été déterminée. J'ajoute dans la figure 2 la courbe OB'C' correspondant à OY. Si la matière était parfaitement continue et illimitée, elle devrait coïncider avec la ligne brisée OBC, tracée en donnant au point B une abscisse égale au champ démagnétisant maximum

$$NI_m = 7300 \text{ gauss}.$$

Il doit y avoir les mêmes différences d'abscisses entre OB'C' et la ligne brisée OBC qu'entre OA et l'axe des ordonnées. Ces premières différences

sont un peu plus grandes, pas assez cependant pour altérer le caractère de la courbe OB′C′.

Pour toute direction oblique sur les axes, la saturation est atteinte dès une valeur très petite du champ, mais la direction de l'aimantation coïncide au début avec OX. Lorsque le champ augmente en conservant une direction fixe, la direction de l'aimantation se rapproche de celle du champ, mais ne l'atteint que ponr $H = \infty$. La composante de l'aimantation dans la direction du champ part donc de $I \cos \alpha$ et tend asymptotiquement vers la saturation; la courbe ODE représente cette composante pour $\alpha = 45°$.

On conçoit aisément que les courbes d'aimantation des substances usuelles, qui sont des enchevêtrements de cristaux, résultent de la superposition de courbes, telles que OAC, OB′C′, ODE, dues aux phénomènes démagnétisants propres aux édifices cristallins et à ceux de la structure grossière de la matière.

CHIMIE. — *Sur une propriété des alliages étain-aluminium, bismuth-aluminium, magnésium-aluminium*. Note de M. H. **Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

J'ai indiqué, en mai 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, n° 19) l'action de l'eau distillée (à traces de chlorure de sodium), à froid, sur les *alliages limés d'étain-aluminium* : la décomposition de l'eau est très manifeste.

Ayant recueilli une portion des gaz dans une petite cloche très étroite, je les avais soumis à l'action d'une solution de pyrogallol dans la potasse; ce liquide, à constante capillaire plus élevée que l'eau distillée, produisait un ménisque très accentué, me donnant l'apparence d'une absorption de gaz (oxygène), l'*erreur* due au ménisque étant de l'ordre de grandeur du volume de gaz recueilli ($\frac{1}{4}$ de centimètre cube environ).

J'ai pu, depuis cette époque, obtenir une plus grande quantité de gaz, recueilli dans une cloche à diamètre plus large; j'ai obtenu ainsi, avec un lingot limé de 2^{cm^3} de $SnAl^3$, 5^{cm^3} à 6^{cm^3} d'hydrogène au bout de 20 minutes; un alliage limé de bismuth-aluminium me fournissait plus d'hydrogène encore, dans le même temps; enfin les alliages limés Mg Al donnent lieu à un dégagement plus abondant encore; l'oxygène de l'eau oxydant l'*aluminium*.

Dans la solution de sulfate de cuivre (densité 1,1) les mêmes alliages fournissent une *décomposition plus active de l'eau,* en même temps qu'une décomposition du sulfate de cuivre (due au métal qui accompagne l'aluminium); l'alliage Bi Al à 75 pour 100 d'Al, fournit alors 15^{cm^3} d'hydrogène en 20 minutes, 3 fois plus que l'alliage $SnAl^3$, de volume égal; les alliages Mg Al, dont les deux métaux sont réducteurs de l'eau, donnent une décomposition plus vive.

Les alliages ZnAl, PbAl, qui ne fournissent pas de décomposition avec l'eau pure, décomposent celle du sulfate de cuivre; l'eau de la solution de sulfate de zinc (densité 1,4), n'est décomposée, *lentement*, que par les mêmes alliages, et dans le même ordre.

L'ordre et l'activité de ces décompositions correspondent bien à l'exothermie des solutions employées : la *plus exothermique* (SO^4Zn) étant plus difficile à décomposer; la *moins exothermique* (SO^4Cu), la plus facile.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'oxygène sur le cœsium-ammonium.* Note de M. E. Rengade, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on fait arriver de l'oxygène pur et sec au contact de cæsium-ammonium dissous dans un excès d'ammoniac liquéfié, à — 60°, on constate une absorption rapide du gaz, en même temps qu'il se produit un abondant précipité. Bientôt la coloration bleu foncé du métal ammonium disparaît, et il ne reste qu'un précipité blanc en suspension dans l'ammoniac.

En agitant celui-ci au contact d'un excès d'oxygène, on ne tarde pas à le voir se colorer en rouge, puis en brun foncé. La coloration diminue ensuite d'intensité, et finalement devient jaune serin. A ce moment l'absorption de l'oxygène est terminée. Ces phénomènes rappellent ceux observés par M. Joannis dans l'oxydation du potassammonium [1].

Si, une fois la décoloration du métal ammonium obtenue, on chasse l'excès d'ammoniac, et qu'on détermine l'augmentation de poids du tube à expérience, on trouve qu'elle correspond à très peu près à la quantité d'oxygène contenue dans le bioxyde Cs^2O^2. Cependant, si l'on n'a pas pris de précautions spéciales, le contenu du tube est loin d'être de l'oxyde pur : si on le chauffe vers 150° en un point, il se produit aussitôt une explosion et le tube se recouvre d'un enduit noir brillant de cæsium volatilisé. En même temps il se dégage de l'azote. Le même phénomène se produit si l'on essaie de décomposer par l'eau le contenu du tube. Il suffit même d'y laisser entrer un peu d'oxygène ou d'air secs. Enfin si l'on mesure l'oxygène absorbé pendant l'oxydation du métal ammonium, on trouve qu'il est loin de correspondre à l'augmentation de poids du tube, et que son volume est d'autant plus faible que l'on a mis plus de temps à effectuer cette oxydation. D'ailleurs il ne s'est pas dégagé sensiblement d'hydrogène. Il y a donc eu fixation des éléments de l'ammoniac.

Tous ces faits s'expliquent facilement en admettant que, dès que le bioxyde Cs^2O^2 s'est formé, il réagit sur l'excès de métal ammonium en donnant de l'amidure et de l'hy-

[1] Joannis, *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1370.

drate de cæsium suivant l'équation

$$Cs^2O^2 + 2NH^3Cs = 2CsOH + 2CsNH^2.$$

En sorte que, une fois l'excès d'ammoniac chassé, on se trouve en présence d'un mélange de CsOH, $CsNH^2$ et Cs^2O^2 : si l'on chauffe ce mélange, le bioxyde réagit sur l'amidure avec formation de cæsium métallique et dégagement d'azote

$$Cs^2O^2 + CsNH^2 = 2CsOH + Cs + N.$$

Si, au lieu de chauffer le tube, on y fait rentrer de l'oxygène, celui-ci oxyde une partie de l'amidure; il en résulte une forte élévation de température ([1]), suffisante pour provoquer l'explosion du reste du mélange. L'eau produira encore plus facilement le même phénomène.

On peut, d'ailleurs, mettre en évidence la formation de l'amidure lors de l'oxydation lente, en lavant à l'ammoniac liquéfié le produit de cette oxydation. Le liquide de lavage laisse, en s'évaporant, des cristaux d'amidure et la matière insoluble, mélange d'oxyde hydraté et de bioxyde, ne détonne plus quand on la chauffe et se dissout dans l'eau en donnant un peu d'eau oxygénée.

Dès lors, pour avoir l'oxyde Cs^2O^2 aussi pur que possible, il faudra mener très rapidement l'oxydation du métal ammonium; on y arrive en agitant la solution au contact d'un excès d'oxygène, que l'on enlève au moyen de la trompe dès que la décoloration se produit. La substance obtenue en opérant de cette manière, décomposée par l'eau et le noir de platine, donne une solution ne contenant que des traces d'ammoniaque et un dégagement d'oxygène à peu près théorique (trouvé par milliatome de cæsium mis en œuvre, $5^{cm^3},46$ au lieu de $5^{cm^3},56$). Cet oxyde constitue un précipité assez volumineux, d'un blanc légèrement rosé, et cristallisé au microscope en petites aiguilles enchevêtrées. Chauffé, il fond, sans décomposition, en un liquide jaunâtre, se solidifiant par refroidissement en une masse blanche cristalline.

Cet oxyde, en suspension dans l'ammoniac, fixe facilement l'oxygène, en même temps que la couleur se fonce progressivement et devient brun chocolat. En s'arrêtant au maximum de coloration, on obtient un corps répondant à la formule Cs^2O^3. Il est bien moins volumineux que le précédent et se présente au microscope sous forme de petits losanges très nets. Chauffé, il noircit, puis fond en donnant un liquide noir cristallisant par refroidissement. Trouvé par milliatome de cæsium : oxygène absorbé, $16^{cm^3},2$ au lieu de $16^{cm^3},8$; oxygène actif, $10^{cm^3},43$ au lieu de $11^{cm^3},2$.

([1]) E. RENGADE, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1183.

Enfin, en continuant l'action de l'oxygène sur l'oxyde brun en présence d'ammoniac liquéfié, on finit, après une agitation prolongée, par obtenir un précipité jaune serin qui, observé au microscope, forme de petites aiguilles jaunes. La mesure de l'oxygène absorbé pendant sa formation ainsi que de celui qui se dégage au contact de l'eau et du noir de platine conduit à la formule Cs^2O^4. Il y a cependant des traces d'azotite et d'azotate de cæsium (et, par suite, d'oxyde hydraté) provenant de l'oxydation ultérieure de la petite quantité d'amidure formée pendant la décoloration du métal ammonium. (Résultats d'une expérience : augmentation de poids rapportée au métal, 23,93 au lieu de 24,06. Oxygène absorbé, par milliatome de cæsium, $22^{cm^3},26$ au lieu de $22^{cm^3},4$. Oxygène actif, $15^{cm^3},63$ au lieu de $16^{cm^3},8$.)

On a, bien entendu, un oxyde très impur et contenant une forte proportion d'azotite et d'azotate si l'on a opéré lentement l'oxydation du métal ammonium.

En résumé, l'oxydation *rapide* du cæsium ammonium dissous dans un excès d'ammoniac donne les oxydes Cs^2O^2 blanc rosé, Cs^2O^4 jaune, et un oxyde intermédiaire Cs^2O^3 brun foncé, tous trois en cristaux microscopiques. Si l'on ne donne accès à l'oxygène que peu à peu, de manière à retarder la décoloration du métal ammonium, celui-ci réagit sur le bioxyde formé en donnant de l'amidure et de l'hydrate de protoxyde.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Phénols pyraniques.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Robyn**, présentée par M. A. Haller.

Des précédentes publications de l'un de nous (¹) il résulte : que le bromure de dinaphtopyryle se copule avec les monophénols sodés pour donner une nouvelle classe de phénols monopyrylés, présentant la curieuse propriété d'être *insolubles dans les alcalis aqueux, solubles dans les alcalis alcooliques*. Cette anomalie de la fonction phénol est due à la présence de l'oxygène pyranique, dont la basicité sature l'acidité de l'hydroxyle. Il se forme une sorte de sel de l'oxygène que l'on peut représenter par l'une ou l'autre des formules suivantes :

$$\begin{array}{l} CH\begin{matrix}\diagup C^{10}H^6 \diagdown \\ \diagdown C^{10}H^6 \diagup\end{matrix}O \\ \mid \qquad\qquad\quad \vdots \\ R\text{———}O-H, \end{array} \qquad \begin{array}{l} CH\begin{matrix}\diagup C^{10}H^6 \diagdown \\ \diagdown C^{10}H^6 \diagup\end{matrix}O \\ \mid \qquad\qquad\ \uparrow \diagdown \\ R\text{———}O \quad H. \end{array}$$

(¹) R. Fosse, *Comptes rendus*, 23 novembre 1903, 1er février 1904.

Dans la présente Note, nous indiquerons les résultats de la copulation pyrylique de la résorcine, du pyrogallol et du diéthylméta-aminophénol.

I. Le bromure de dinaphtopyryle et le dinaphtopyranol peuvent réagir plusieurs fois sur une seule molécule de polyphénol. Nous avons ainsi obtenu : un diphénol dipyrylé, avec la résorcine; un triphénol tripyrylé, avec le pyrogallol. Dans ces phénols, *à chaque hydroxyle correspond* 1^{at} *d'oxygène pyranique; ils sont insolubles dans les alcalis aqueux, solubles dans les alcalis alcooliques.*

Métadioxyphényl-bis-dinaphtopyryle :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle CH - C^{6}H^{2}(OH)^{2} - CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O.$$

(HO et OH en position méta sur le noyau benzénique.)

Insoluble dans les alcalis aqueux, soluble dans les alcalis alcooliques. Cristallise de sa solution dans l'éther acétique. Se décompose sans fondre.

Diacétate de dioxyphényl-bis-dinaphtopyryle :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle CH\right]^{2} = C^{6}H^{2} = (O.CO\,CH^{3})^{2}.$$

Cet éther a été préparé par l'action de l'anhydride acétique sur le corps précédent. Il se présente en petits cristaux blancs, se décomposant sans fondre.

Trioxyphényl-tri-dinaphtopyryle :

$$\left[O\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle CH\right]^{3} \equiv C^{6}(OH)^{3}.$$

L'addition d'une petite quantité de pyrogallol à une solution acétique de dinaphtopyranol produit une décoloration rapide et la formation de belles aiguilles incolores. Celles-ci, lavées à l'alcool, purifiées par plusieurs cristallisations dans l'éther acétique, analysées, répondent à la formule du pyrogallol tripyrylé. Il se décompose sans fondre, est insoluble dans les lessives alcalines, soluble dans les alcalis alcooliques.

Triacétate de trioxyphényltridinaphtopyryle :

$$(CH^{3}-CO^{2})^{3} \equiv C^{6} \equiv \left[CH\left\langle\begin{matrix}C^{10}H^{6}\\C^{10}H^{6}\end{matrix}\right\rangle O\right]^{3}.$$

Beaux cristaux blancs, solubles dans le toluène, fondant vers 270°.

2. Dans la copulation avec la résorcine, nous avons pu obtenir, à côté du diphénol dipyrylé, le diphénol monopyrylé possédant *deux hydroxyles pour un seul atome d'oxygène pyranique, et la propriété de se dissoudre à froid dans les alcalis aqueux.*

Copulé avec 1^{mol} de bromure de pyryle, il engendre le diphénol dipyrylé indiqué plus haut, insoluble dans les alcalis aqueux, soluble dans les alcalis alcooliques.

Le métadioxyphényldinaphtopyryle

$$HO\langle C_6H_3(OH) \rangle - CH\langle {C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6} \rangle O.$$

se décompose sans fondre au delà de 300° et est soluble dans les alcalis aqueux.

Diacétate de métadioxyphényldinaphtopyryle :

$$(CH^3CO^2)^2 \equiv C^6H^3 - CH\langle {C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6} \rangle O.$$

Cristaux blancs du toluène, fondant à 230°-231°.

3. Le bromure de dinaphtopyryle réagit deux fois sur 1^{mol} de diéthylméta-aminophénol pour produire un aminophénol dipyrylé, insoluble dans les acides et les alcalis aqueux, soluble dans les alcalis alcooliques.

Diéthylméta-aminophénol-bis-dinaphtopyryle :

$$O\langle {C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6} \rangle CH - C^6H(N(C^2H^5)^2)(OH) - CH\langle {C^{10}H^6 \atop C^{10}H^6} \rangle O.$$

Petits cristaux se colorant légèrement en violet, fondant vers 250°-252°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau réactif de l'aconitine.* Note de M. **Eugenio Piñerúa Alvarez**, présentée par M. A. Ditte.

L'alcaloïde employé pour l'étude a été l'aconitine pure et cristallisée *Gehe* de Dresde (Saxe).

Il se présente en poudre de couleur blanche, cristalline, et très brillante; à l'aide du microscope on voit que la plus grande partie, presque tout, est constituée par des lamelles hexagonales dérivées d'un prisme orthorhombique par la modification des angles

aigus, accompagnée de quelques petites masses amorphes. Il fond à 194°, se transformant en un liquide jaune rougeâtre qui reste longtemps en surfusion.

Par l'action de l'acide sulfurique concentré ($D = 1,84$), au moment du contact des deux corps, l'alcaloïde se teinte de couleur orangée peu intense et la solution en est incolore.

En ajoutant de la saccharose pure à l'aconitine, puis de l'acide sulfurique, on ne voit pas apparaître la couleur rouge qu'acquièrent certaines aconitines commerciales en agissant sur les mêmes corps. Il se saponifie facilement avec une solution alcoolique de potasse (KOH) en aconine et acide benzoïque sans production sensible de vératrine.

En faisant agir l'acide nitrique ($D = 1,42$) sur l'alcaloïde, évaporant la solution jusqu'à siccité dans un bain-marie, et ajoutant ensuite la solution alcoolique de potasse, nous n'avons pas observé la couleur pourprée de la réaction vératrique de la *pseudaconitine* (*A. ferox, anthora,* etc.). En chauffant légèrement l'aconitine avec l'acide phosphorique médicinal ou avec l'acide sirupeux nous n'avons vu ni la couleur rouge, ni la couleur violette, en opérant avec des quantités variables jusqu'à $0^g,002$ d'aconitines, comme le recommande Adelhein.

Avec les réactifs généraux des alcaloïdes (Mayer, Wagner, Marmé, Dragendorff, Scheibler, Godefroy, Schultze, Wormley, etc., etc.) nous n'avons observé aucun phénomène caractéristique.

De tout ce que nous avons dit ci-dessus il résulte que l'aconitine essayée était presque pure, contenant seulement de très petites quantités de bases amorphes.

Et il résulte aussi, en conséquence, que jusqu'à présent nous manquons de réactifs chimiques (¹) qui permettent d'affirmer l'existence de cet alcaloïde dans un cas quelconque d'investigation analytique, puisque ceux que l'on considère comme caractéristiques ne sont pas applicables à l'*aconitine pure, napaconitine* ou *benzoil aconine,* provenant de *A. napellus*.

Après de nombreuses réactions pratiquées conformément à des plans distincts, nous avons obtenus les résultats que nous avons exposés en faisant agir sur l'alcaloïde le brome pur, l'acide nitrique bromuré et la potasse alcoolique, en opérant de la manière suivante :

Nous avons soumis des quantités variables ($0^g,0005$ à $0^g,002$) de l'alcaloïde, dans un petit creuset de porcelaine, à l'action de 5 à 10 gouttes de

(¹) En réalité les uniques caractères dont on s'est servi, ou que l'on a employés pour distinguer cet alcaloïde de tous ses congénères sont : la saveur, la forme cristalline, la réaction microchimique, productrice de l'iodhydrate d'aconitine cristallisée proposée par A. Jürgens de Dorpat, et enfin, l'action physiologique (période des grandes pulsations), mais tous ces caractères sont incertains ou de peu d'utilité dans les recherches analytiques les plus fréquentes.

brome pur, en chauffant légèrement le mélange dans un bain-marie pour favoriser la réaction.

Nous ajoutons immédiatement de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'acide nitrique fumant et évaporons, jusqu'à siccité, dans le même bain-marie en ajoutant un peu plus de brome quand l'acide se décolore, laissant un produit d'oxydation de couleur jaune. Nous ajoutons ensuite de $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3} de solution alcoolique saturée de potasse (KOH) en employant pour la préparer de l'alcool éthylique pur ($D = 0,796$) et nous évaporons à siccité; on obtient ainsi une masse de couleur rouge ou brune plus ou moins intense, suivant la quantité d'aconitine et on laisse refroidir le creuset, puis on verse dans son intérieur 5 à 6 gouttes d'une dissolution aqueuse au $\frac{1}{10}$ de sulfate de cuivre; on voit bientôt, après avoir bien baigné la surface interne du creuset avec la solution cuprique, celle-ci prendre une *couleur d'un vert très intense*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dilatation et la densité de quelques gaz à haute température; application à la détermination de leurs poids moléculaires.* Note de MM. **Adrien Jaquerod** et **F.-Louis Perrot**, présentée par M. G. Lemoine.

I. Comme suite à nos recherches sur le point de fusion de l'or et la dilatation des gaz à haute température (¹) nous avons essayé de mesurer ce repère pyrométrique au moyen du thermomètre à *hélium*. Les formules données par M. Daniel Berthelot (²) permettent, en effet, de calculer que la correction à appliquer aux indications d'un tel thermomètre, pour les ramener à l'échelle thermodynamique absolue, serait à 1000° inférieure à 0°,001, donc bien plus faible que les erreurs d'expérience.

Nous avons déjà annoncé (³) que la silice laisse bien diffuser l'hélium au rouge avec une grande rapidité. De nouveaux essais, faits avec des ampoules en porcelaine et en platine, ne nous ont pas permis d'obtenir encore des résultats satisfaisants (⁴).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1032.

(²) *Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, 1903.

(³) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904.

(⁴) La porcelaine laisse échapper l'hélium à 1000° plus rapidement que l'hydrogène, et le platine semble *l'absorber* légèrement.

II. Dans le but de calculer le coefficient de dilatation de différents gaz entre 0° et 1067°, nous avons donc été forcés de choisir comme substance thermométrique normale l'un des gaz expérimentés par nous; l'azote était dès lors tout indiqué : c'est en effet celui qui se rapproche le plus de l'état parfait, et dont le coefficient de dilatation entre 0° et 100° est le mieux connu. C'est aussi celui pour lequel nous possédions le plus de mesures du point de fusion de l'or : leur moyenne, corrigée d'après les formules de M. D. Berthelot, nous a donné la température de 1067°,4, que nous avons adoptée comme base de nos calculs. Ceci posé, il était facile, au moyen des données de nos expériences, de calculer les coefficients moyens de dilatation entre 0° et 1067°,4. Les chiffres obtenus sont les suivants :

Gaz.	Pression initiale approximative à 0°.	Coefficient d'expansion (volume constant) entre 0° et 1067°.
Azote	240 mm	0,003 6643
Air	230	0,003 6643
Oxygène	180-230	0,003 6652
Oxyde de carbone	230	0,003 6648
Acide carbonique	240	0,003 6756
	170	0,003 6713

Comme on le voit, les coefficients des quatre premiers gaz sont très voisins les uns des autres, les différences étant à peine supérieures aux erreurs d'expérience. Pour l'acide carbonique, la différence est marquée, comme il fallait s'y attendre; c'est de plus le seul gaz pour lequel il ait été possible d'observer la variation du coefficient avec la pression initiale (les valeurs obtenues conduisent au nombre 0,003661 pour le coefficient limite).

En ce qui concerne l'azote, le coefficient de dilatation ci-dessus n'est pas expérimental; il résulte de la dilatation entre 0° et 100° (0,0036650) et de la correction indiquée plus haut. Ce résultat admis, les autres coefficients lui sont entièrement comparables, ayant été obtenus dans des conditions absolument identiques. Ils sont par conséquent *indépendants de la température vraie de fusion de l'or*.

III. Comme application de ces déterminations, nous avons calculé la *densité* des gaz étudiés à 1067°, et leur *poids moléculaire* par rapport à l'oxygène ($O^2 = 32$).

Pour cela on ramène tout d'abord la densité à la pression moyenne de 250^{mm}, en tenant compte des compressibilités respectives [1], puis on calcule la pression qu'exer-

---

[1] Nous avons utilisé pour cela les mesures de Lord Rayleigh, entre $0^{atm},5$ et 1^{atm}.

ceraient, à 1067°,4, les différents gaz, en les dilatant à volume constant; enfin on ramène la pression à 760^{mm} en supposant qu'à haute température ces gaz suivent la loi de Mariotte. Cette supposition est absolument légitime, car on calcule au moyen des formules de M. D. Berthelot que, à 1067°, tous ces gaz sont, comme l'hydrogène à 0°, *moins* compressibles que ne le voudrait la loi de Mariotte, mais que les écarts sont si faibles qu'ils conduiraient à des corrections inférieures à $\frac{1}{10000}$.

Gaz.	Poids du litre normal (1) à 0° et sous 760^{mm}.	Poids du litre à 1067°,4 et sous 760^{mm}.	Poids moléculaire à 1067° rapporté à l'oxygène.
Oxygène	1^g,42893	0^g,29071	32
Azote	1,25045	0,25451	28,0155
Oxyde de carbone	1,25025	0,25445	28,009
Acide carbonique	1,97677	0,39966	43,992

On voit que, pour CO et CO^2, les poids moléculaires trouvés concordent à moins de $\frac{1}{3000}$ avec les résultats de l'analyse. Pour l'azote, la valeur obtenue correspond au poids atomique $N = 14,008$, identique à la moyenne de toutes les déterminations physico-chimiques de cette constante.

La valeur trouvée pour CO^2 montre que la dissociation de ce gaz au point de fusion de l'or doit être inférieure à $\frac{1}{5000}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pression osmotique des solutions colloïdales.* Note de M. J. DUCLAUX, présentée par M. E. Roux.

J'ai indiqué dans une précédente Communication (2) que dans une solution colloïdale, formée comme on sait de micelles en suspension dans un liquide, la conductibilité électrique totale était la somme de deux termes correspondant, l'un au liquide et aux cristalloïdes qu'il tient en solution, l'autre aux micelles elles-mêmes qui ont un pouvoir conducteur propre, comparable ou même supérieur à l'autre dans des solutions colloïdales assez pures.

Ainsi la micelle peut être considérée comme un très gros ion, neutralisé par un ou plusieurs ions ordinaires de signe contraire, retenus près de la

(1) Moyenne des déterminations de Lord Rayleigh et M. Leduc.

(2) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1468.

surface comme le sont ceux qu'un métal abandonne au liquide dans lequel il est plongé.

J'ai cherché si ces ions d'espèce particulière avaient des propriétés identiques à celles des ions ordinaires et si, en particulier, il leur correspondait encore une pression osmotique en rapport avec leur nombre.

On a déjà cherché à mettre en évidence l'existence d'une pression osmotique très faible des colloïdes par la méthode habituelle des vases semi-perméables. En réalité, cette méthode ne leur est pas applicable. En effet, la pression osmotique d'une solution colloïdale par rapport à l'eau pure, telle qu'on la mesure au moyen de ces vases, est, comme la conductibilité, la somme de deux termes correspondant, l'un à la micelle, l'autre au liquide intermicellaire : ce second terme ne peut être nul, puisque, en raison des phénomènes d'équilibre entre la micelle et le liquide qui l'entoure, ce dernier ne peut pas se réduire à de l'eau pure; on ne peut donc rien conclure quant à l'existence du premier terme.

Au contraire, il est facile d'arriver au résultat en utilisant la propriété qu'ont les membranes de collodion d'être imperméables aux micelles et de laisser passer sans altération le liquide dans lequel elles flottent. En opérant de cette manière, on constate l'existence d'une pression osmotique notable, pouvant par exemple dépasser 1^{m} d'eau.

On peut la mettre en évidence et la mesurer par plusieurs procédés : soit en laissant filtrer la solution à travers un manchon cylindrique vertical de collodion (la différence de niveau entre le liquide à l'intérieur du manchon et le liquide filtré tend alors vers une limite stable); soit en établissant dès l'origine l'égalité des deux niveaux, en employant à l'extérieur le liquide filtré dans une opération précédente, et mesurant la dénivellation qui s'établit; soit encore en filtrant sous pression, auquel cas le liquide colloïdal dans le manchon se réduit à un volume limite, sous lequel il a une pression osmotique justement égale à celle que l'on exerce sur lui. Les trois procédés donnent pour la pression osmotique des nombres à peu près concordants : cependant ceux que l'on obtient par filtration sous pression sont toujours plus forts, vraisemblablement par suite de la pénétration des micelles jusqu'à une certaine profondeur dans les pores du collodion et de leur plus grande concentration dans ces pores.

Ainsi les micelles du colloïde ont une pression osmotique propre : elles agissent qualitativement comme des ions ordinaires. On peut chercher à poursuivre l'analogie par des mesures quantitatives.

La mesure de la différence de conductibilité entre la solution colloïdale et le liquide intermicellaire, et la connaissance des vitesses de transport, donnent, comme je l'ai indiqué (*loc. cit.*) la mesure de la quantité d'électricité transportée par les micelles, c'est-à-dire du nombre d'ions *actifs*

qu'elles renferment, en entendant par là aussi bien les ions qui chargent la micelle que ceux qui la neutralisent à l'extérieur. Si ce sont encore ces ions qui sont *osmotiquement actifs, et si leurs propriétés sont indépendantes de leur concentration*, il doit y avoir proportionnalité entre la pression osmotique et leur nombre, et par suite aussi pour une même solution plus ou moins concentrée entre cette pression et la conductibilité propre des micelles, mesurée par différence.

C'est en effet ce que l'on observe, du moins en première approximation. Voici les nombres qui se rapportent à une même solution d'hydrate ferrique plus ou moins concentrée : les pressions osmotiques sont en centimètres, les conductibilités en unités absolues :

Pressions.	Conductibilité.	Rapport.
0,6	9.10^{-5}	15
1,5	22	15
4,1	40	10
11,0	91	8
48,0	310	6,5

Les nombres de la dernière colonne ne sont pas constants : mais on voit que, tandis que la pression osmotique varie de 1 à 80, le rapport ne varie que de 1 à 2. Nous avons supposé, d'ailleurs, que les propriétés des ions micellaires étaient indépendantes de leur concentration. Ceci suppose implicitement que les micelles sont elles-mêmes indépendantes les unes des autres : si l'on veut, que leur assemblage est un gaz, tandis qu'on sait depuis Spring ([1]) que leurs propriétés s'expliquent bien mieux si l'on admet que cet assemblage, quoique peu résistant, est un *solide* dont les parties sont unies par une force de cohésion. D'ailleurs si cette indépendance était réelle, la conductibilité propre des micelles devrait être proportionnelle à leur concentration, tandis qu'elle augmente, pour la solution étudiée plus haut par exemple, de 1 à 35 quand la concentration ne varie que de 1 à 18. Il n'est donc pas en contradiction avec nos hypothèses que nous constations pour la pression osmotique des irrégularités du même ordre.

D'ailleurs cette pression n'est pas la même que celle d'une solution cristalloïde de même concentration en ions. Reprenant les nombres cités plus haut, nous pouvons calculer le nombre absolu d'ions actifs que contient la solution colloïdale, et la pres-

([1]) *Trav. chim. Pays-Bas*, t. IX, 1901, p. 204.

sion qu'exercerait un nombre égal d'ions ordinaires; nous obtenons ainsi les nombres de la première colonne, en regard de ceux de la deuxième qui donnent la pression observée :

		Rapport.
4,3	0,6	0,14
19,5	4,1	0,21
150,0	48,0	0,32

Le rapport est beaucoup plus petit que l'unité : ce résultat est facile à interpréter en remarquant que les ions ne sont pas ici complètement libres, formant des assemblages complexes où ils ne peuvent avoir la même activité.

Avec cette réserve, il semble qu'on pourra étendre aux solutions colloïdales toutes les lois qui s'appliquent aux solutions ordinaires. A un point de vue purement qualitatif, l'existence d'une pression osmotique tendant à produire une expansion du système micellaire explique la stabilité indéfinie des solutions colloïdales. Il est certain, d'autre part, que les membranes semi-perméables formées de colloïdes, en particulier les membranes cellulaires des organismes vivants, n'ont pas à l'égard des échanges osmotiques l'inertie qu'on leur attribue en général.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Analogie entre l'amidon coagulé par l'amylocoagulase et l'amidon de pois.* Note de MM. A. **Fernbach** et J. **Wolff**, présentée par M. E. Roux.

En étudiant diverses variétés d'amidons, afin de rechercher s'ils se prêtent aux phénomènes de coagulation que nous avons observés pour la fécule de pomme de terre, nous avons été frappés par les particularités que présente l'amidon de pois, et nous avons reconnu qu'il se rapproche singulièrement de l'amidon de pomme de terre coagulé.

L'amidon de pois sur lequel nous avons expérimenté a été extrait par lévigation à l'eau distillée de pois *verts* préalablement broyés. Bouilli avec de l'eau, cet amidon ne fournit pas d'empois, mais donne une solution filtrable sur papier, en laissant un fort résidu colorable en bleu par l'iode. L'aspect de ce résidu au microscope diffère totalement de l'amidon primitif : au lieu de grains sphériques ou légèrement ovoïdes, dans lesquels on distingue nettement des couches concentriques, on ne voit plus que des masses qui semblent représenter le squelette des grains à l'état naturel; on retrouve, en effet, la forme des granules, mais il n'en reste plus qu'une portion très peu réfringente, avec, au centre, un noyau nettement visible, l'aspect général rappelant celui d'un globule de sang de grenouille. A la suite d'une saccharification à 70° par le malt,

ou après ébullition avec l'acide sulfurique étendu, on obtient un résidu qui, morphologiquement, a exactement le même aspect, mais qui ne se colore plus par l'iode qu'en rose ou en brun, le noyau central se colorant beaucoup plus que le pourtour.

Le résidu de la saccharification présente les mêmes caractères que celui qu'on obtient en saccharifiant un coagulum formé par l'action de l'amylocoagulase sur l'empois de fécule; il se dissout dans la potasse, et la solution neutralisée donne par l'iode une coloration bleu intense.

L'amidon coagulé et l'amidon de pois présentent en outre d'autres analogies intéressantes : tous deux, bouillis avec une faible quantité d'eau (1 de matière pour 10 à 15 d'eau), donnent une gelée opaque par le refroidissement. Si l'on emploie plus d'eau et qu'on filtre, le liquide passe clair et se trouble ensuite rapidement en donnant, suivant la concentration, un précipité pulvérulent ou gélatineux. Quelle que soit la forme du précipité, il n'est pas saccharifiable intégralement à 70°, et le résidu a encore les caractères de l'amylocellulose. Mais, si l'on reçoit le liquide qui filtre dans de l'extrait de malt, la saccharification est intégrale.

Cette analogie est d'autant plus frappante que nous avons rencontré dans le pois vert, aussi bien dans les graines que dans les cosses, de l'amylocoagulase active, comparable en tous points à celle de l'orge, du froment ou du malt.

L'analogie se retrouve encore lorsqu'on étudie quantitativement la manière dont les deux amidons se comportent vis-à-vis de l'amylase du malt. Pour faire cette comparaison et pouvoir doser la portion d'amylocellulose qui résiste à un extrait de malt à 70°, nous avons utilisé les observations de M. E. Roux (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 943 et 1259) qui a constaté, entre autres, que les portions les plus résistantes de l'amylocellulose sont solubles à 150°.

Nous avons pu ainsi reconnaître que, dans l'amidon que nous avons extrait du pois, il y a de 82 à 83 pour 100 d'amidon soluble à 100° et saccharifiable à 70°, le complément à 100 représentant ce qui se dissout entre 100° et 150°. La portion qui reste non saccharifiable après chauffage à 100° et refroidissement prolongé s'élève à 22 pour 100 environ; elle se compose de ce qui n'est soluble qu'entre 100° et 150°, augmenté de ce qui se précipite entre 100° et la température ordinaire (4 pour 100 environ).

Il y a donc dans cet amidon de pois une très forte proportion d'amylocellulose résistant à la saccharification par le malt, et les chiffres que nous venons d'indiquer sont très voisins de ceux qu'on rencontre dans certains cas en examinant la fécule coagulée. En effet, en coagulant de l'empois plus ou moins chauffé, soit par l'extrait de malt, soit par l'extrait de pois, nous avons trouvé que le coagulum renfermait les proportions centésimales suivantes d'amylocellulose non saccharifiable à 70° : 15,8; 20,17; 25; 27; 27; 31,5; 39,3; 43,4.

L'amidon de pois nous offre donc l'exemple d'un amidon naturel présentant les mêmes caractères que l'amidon coagulé que nous pouvons produire artificiellement en partant de la fécule de pomme de terre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la méthémoglobine et sa combinaison fluorée.* Note de MM. **J. Ville** et **E. Derrien**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Note du 13 mars dernier, nous faisions remarquer que la modification, imprimée par le fluorure de sodium au spectre de la méthémoglobine, pouvait donner la raison des faits signalés par MM. Piettre et Vila (1), concernant la présence d'une nouvelle bande dans le spectre de l'oxyhémoglobine. Cette bande nous paraissant devoir être attribuée à une méthémoglobinisation partielle de la matière colorante du sang.

Dans une nouvelle Note du 1er mai, nous avons fait connaître l'obtention de cristaux qui, par leurs caractères et les conditions de leur préparation apparaissent comme la forme cristallisée d'une combinaison fluorée de la méthémoglobine.

MM. Piettre et Vila (2) ont mis en doute l'existence de cette combinaison fluorée, contestant d'ailleurs à la méthémoglobine le caractère d'un corps chimiquement défini et alléguant que cette substance ne peut être obtenue à l'état cristallisé.

A ce propos nous ferons d'abord observer qu'il est difficile de ne pas se ranger à l'opinion généralement admise, qui considère la méthémoglobine comme une espèce chimique optiquement définie, opinion basée sur l'ensemble des caractères de ce corps et sur l'étude spectrophotométrique qu'en ont faite Hüfner, Otto et particulièrement R. von Zeynek (3), ces auteurs ayant en outre montré que la méthémoglobine de sang de cheval et de porc *peut être obtenue cristallisée*, aussi bien que l'oxyhémoglobine, et, comme cette dernière, peut être purifiée par plusieurs cristallisations successives.

D'ailleurs, pour préparer les cristaux de la combinaison fluorée en ques-

---

(1) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 390.

(2) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1350; *Bull. de la Société chimique*, 3e série, t. XXXIII, p. 573.

(3) Huefner et Otto, *Zeit. physiol. Chem.*, t. VII, p. 65; R. von Zeynek, *Arch. f. Physiol.*, 1899, p. 460.

tion, nous avons nous-mêmes opéré avec de la méthémoglobine de cheval, préalablement obtenue à *l'état cristallisé*.

La bande à $l = 634$, signalée par MM. Piettre et Vila dans le spectre du sang, doit être attribuée à une méthémoglobinisation partielle de l'oxyhémoglobine, si l'on tient compte de la position de cette bande et de sa migration à $l = 612$ par l'action du fluorure de sodium.

Cette méthémoglobinisation s'accentue d'une manière très lente avec le temps. En effet le sang frais, en solution aqueuse, présente bien dans son spectre la bande à $l = 634$ lorsque, selon le mode opératoire de ces auteurs, l'observation est faite sous une épaisseur de 20^{cm}; mais cette bande ne commence à paraître qu'après un temps assez long si l'on examine le liquide sous une épaisseur relativement faible.

C'est ainsi qu'en opérant aseptiquement avec du sang puisé dans le cœur d'un cobaye vivant, dilué au centième et maintenu à une température voisine de 38°, nous avons constaté que ce liquide, observé sous une épaisseur de 3^{cm}, ne commence à laisser apercevoir faiblement la bande à $l = 634$ qu'après 36 heures. Cette bande s'accentue d'une manière très lente, et après environ 48 heures on peut la distinguer assez nettement. Du reste, MM. Piettre et Vila (1) ont fait observer eux-mêmes que la bande à $l = 634$ qui, dans leur mode d'observation, est plus ou moins visible selon les espèces, peut toujours être *renforcée* en chauffant vers 38°.

Les faits qui précèdent montrent bien que cette bande à $l = 634$ est due à une modification lentement progressive de la matière colorante du sang.

Cette modification, qui consiste en réalité en une méthémoglobinisation plus ou moins sensible de l'oxyhémoglobine, semble donc commencer à se produire dès que la matière colorante est libérée de son complexe globulaire, puisque, comme le font remarquer MM. Piettre et Vila, elle se manifeste sur le sang récemment extrait des vaisseaux, lorsqu'on l'examine, en solution aqueuse, sous une épaisseur suffisante, alors que le sang qui a conservé son intégrité globulaire, grâce à des solutions isotoniques, *ne la présente pas*.

La méthode d'observation spectrale, appliquée par ces auteurs, permet donc d'apercevoir les premières manifestations de cette méthémoglobinisation plus rapide qu'on ne le pensait, puisqu'elle semble commencer avec le laquage du sang.

La modification spectrale, que l'on observe par l'addition de fluorure de

(1) Piettre et Vila, *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 507.

sodium à du sang méthémoglobinisé, ou à des solutions de méthémoglobine cristallisée, est due à la formation d'une combinaison fluorée de la méthémoglobine, comme l'indiquent les caractères et les conditions de préparation des cristaux que nous avons obtenus et décrits.

Ces cristaux de méthémoglobine fluorée sont caractérisés non par leur forme cristalline, mais bien par leur dichroïsme (coloration verte en couche mince et rouge pourpre en couche plus épaisse) ainsi que par leur spectre, observé au microspectroscope, caractères identiques à ceux des solutions fluorées de méthémoglobine et que ne présentent pas les cristaux obtenus par MM. Piettre et Vila en centrifugeant des globules rouges de cheval dans une solution saturée de sulfate ammonique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les cérébrines et l'acide cérébrique préexistent dans le tissu nerveux à l'exclusion du protagon.* Note de M. N.-A. **Barbieri**, présentée par M. Armand Gautier.

Liebreicht, en 1876, annonça que si, après avoir gardé la pulpe cérébrale à 0° dans un mélange d'eau et d'éther, on la reprend ensuite par de l'alcool à 85° et à la température de 45°, celui-ci dépose par refroidissement un corps floconneux qu'il appela le *protagon* et auquel il fit jouer un rôle important dans les fonctions nerveuses. Ce corps contenait

$$C = 66,74;\quad H = 11,74;\quad N = 2,80;\quad P = 1,23;\quad O = 17,40\ (^1).$$

Hoppe Seyler pensait que ce corps était un mélange de lécithine et de cérébrine (de Müller).

J'apporte aujourd'hui la preuve que le protagon est un mélange non pas de cérébrine et de lécithines, mais de cérébrine et d'un corps phosphoré décrit en 1841 par Fremy sous le nom d'*acide cérébrique :*

$$C = 66,7;\quad H = 10,6;\quad N = 2,3;\quad P = 0,9;\quad O = 19,5\ (^2).$$

Le cerveau d'un mammifère débarrassé de sang et des enveloppes conjonctives est lavé à l'éther à 65°. On réduit la masse en pulpe homogène en l'exprimant à travers une toile. Cette pulpe, délayée dans le $\frac{1}{4}$ de son volume d'eau distillée, est épuisée complètement durant plusieurs semaines par un excès d'éther à 65°. Il se fait trois couches

(1) *Ann. der Chemie und Pharmacie,* Bd. CXXXIV, p. 29.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. II, 1841.

distinctes : l'une (A) inférieure aqueuse qu'on sépare par siphonnage; l'autre (B) superficielle éthérée qu'on décante; la troisième (C) intermédiaire est formée par la pulpe insoluble.

L'extrait aqueux contient des traces d'une globuline et une albumine qui se coagule entre 53° et 55°.

L'extrait éthéré (B) filtré, réduit au plus petit volume possible, est laissé à zéro pendant 24 heures. Il se dépose un corps blanc cireux, qu'on sépare par filtration. Ce corps dissous dans l'alcool bouillant perd son aspect et se transforme sans perte en un corps blanc cristallin, que j'ai pu identifier avec l'acide cérébrique de Fremy. Il ne gonfle pas dans l'alcool froid, il se colore fortement en noir par l'acide osmique, il laisse peu de cendres acides, il fond à 176° et, soumis à l'hydrolyse, ne donne pas de sucre réducteur. Ce corps fournit à l'analyse

$$C = 66,9; \quad H = 10,9; \quad N = 3,9; \quad P = 0,7; \quad S = 0,5; \quad O = 17,10.$$

Le soufre et, probablement, le phosphore se trouvent dans ce corps à l'état de composés organiques non oxydés.

L'éther qui avait laissé se précipiter ce corps contient l'acide oléophosphorique des acides gras fixes et volatils et de la cholestérine fusible à 145°

$$C = 82,7; \quad H = 12,07; \quad O = 5,17$$

répondant à

$$C^{20}H^{34}O^{2}.$$

La pulpe (C) débarrassée, par lavages successifs à l'alcool chauffé à 45°, des dernières traces d'acide cérébrique, d'acide oléophosphorique et de cholestérine, est épuisée à chaud par un excès d'alcool fort. On réduit l'alcool; par refroidissement il se dépose une masse blanche floconneuse. Cette masse séchée dans le vide, lavée plusieurs fois à l'éther bouillant, est délayée dans l'alcool fort et gardée quelque temps à l'étuve à la température de 45°.

Il reste indissous un corps blanc, comme plâtreux, c'est la cérébrine (α) qui fond à 170°. Sa composition est la suivante

$$C = 69; \quad H = 11; \quad N = 3,8; \quad O = 16,20,$$

L'alcool filtré abandonne ensuite une seconde cérébrine (β) d'aspect légèrement cireux qui gonfle en gelée dans l'alcool froid et fond à 185°. Sa composition centésimale est

$$C = 69,2, \quad H = 11,15, \quad N = 2,7, \quad O = 15,85.$$

On réduit l'alcool mère et l'on obtient une cérébrine (γ) qui fond à 151° et de composition

$$C = 68,14; \quad H = 11,04; \quad N = 2,35; \quad O = 18,47.$$

Ces cérébrines ne laissent pas de cendres; par hydrolyse elles donnent un sucre réducteur, une base, et des acides gras supérieurs.

Dans l'extrait alcoolique, après épuisement complet par l'éther, on ne

retrouve à aucun moment le protagon; mais, si *l'extraction primitive par l'éther a été incomplète, l'extrait alcoolique laisse un mélange dans des proportions variables des cérébrines et d'acide cérébrique,* mélange répondant aux propriétés du protagon.

Comme à la grande rigueur on pourrait objecter que dans ces traitements l'éther pur employé a pu dédoubler une molécule complexe qui serait composée d'acide cérébrique et de cérébrine en ces deux facteurs non préexistants, j'ai voulu par une autre méthode contrôler ces résultats.

Le cerveau d'un mammifère débarrassé du sang et des enveloppes est épuisé à froid par le sulfure de carbone pur. On filtre, on évapore le sulfure et le résidu de l'évaporation est repris par une petite quantité d'éther anhydre. L'éther laisse indissous un corps blanc, cireux, qui fond à 176° et qui a *la même constitution, les mêmes propriétés et la même composition que le corps obtenu par refroidissement à zéro de l'extrait éthéré réduit.*

La masse cérébrale, épuisée par le sulfure de carbone, débarrassée de toutes traces de ce dissolvant par des lavages répétés à l'éther, est épuisée à chaud par un excès d'alcool fort. De cet alcool, grâce à la méthode déjà indiquée, on sépare les trois cérébrines décrites plus haut.

La substance grise corticale et médullaire est rapidement et profondément décolorée par le sulfure de carbone. Ce corps dissout la presque totalité des principes constitutifs de la substance grise, tandis que celle-ci ne perd pas son aspect grisâtre, même après un séjour d'un an, dans l'éther plusieurs fois renouvelé.

Ainsi, par l'emploi exclusif de dissolvants neutres variés : l'éther, le sulfure de carbone et l'alcool, j'ai pu retirer du cerveau l'acide cérébrique et les cérébrines préexistants, sans trace de protagon, accompagnés seulement de cholestérine, d'acide oléophosphorique, d'albumine et de sels.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les effets de la décortication annulaire.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Je me suis proposé de rechercher l'influence de la décortication annulaire, pratiquée dans le voisinage du collet, sur la répartition des réserves hydrocarbonées dans les tiges, les racines et les feuilles; j'ai opéré sur des Poiriers, des Coignassiers et des Fusains du Japon âgés de 3 à 4 ans. Un premier lot d'arbres a été décortiqué le 9 février avant le départ de la végétation; un second lot le 8 mai, lorsque les premières pousses étaient

formées; un troisième lot n'était pas décortiqué et servait de témoin. Puis à des intervalles de deux mois environ, des arbres appartenant à chacun des trois lots étaient récoltés et analysés comparativement. Le Tableau suivant donne les résultats relatifs au Poirier; les nombres donnés indiquent la quantité de réserve hydrocarbonée rapportée à 100 parties de matière sèche analysée. Bien que j'aie dosé séparément les sucres, les dextrines et les matières amylacées insolubles dans l'eau, il me paraît suffisant, pour l'objet que je me propose, d'indiquer la somme des réserves.

	Non décortiqué.	Décortiqué le 9 février.	Décortiqué le 8 mai.
Racine.			
18 février	30,3	»	»
13 avril	22,4	25,6	»
16 juin	27,9	27,9	17,5
4 août	29,2	26,5	18,3
24 septembre	33,8	19,3	21,4
1er décembre	29,3	17,4	17,5
Tige.			
18 février	23,0	»	»
13 avril	21,3	18,3	»
16 juin	23,7	29,5	29,0
4 août	24,7	33,2	27,0
24 septembre	25,7	29,1	29,5
1er décembre	25,4	25,9	25,8
Feuille.			
16 juin	18,8	24,6	26,2
4 août	18,3	25,3	25,0
24 septembre	16,7	27,7	28,6

Les racines des arbres décortiqués en février ont d'abord plus de réserves que celles des arbres témoins, ce qui montre bien qu'au moment du départ de la végétation, il y a, de la racine vers la tige, une migration normale de réserves qui est arrêtée par la décortication; comme vérification, on constate que les tiges des mêmes arbres décortiqués renferment moins de réserves que les tiges des arbres témoins. Mais, après le mois d'avril, à la suite de l'assimilation par les feuilles, c'est l'inverse qui a lieu. Les racines des arbres décortiqués deviennent beaucoup plus pauvres que celles des arbres témoins; tandis que le contraire se produit dans les tiges. Cela s'explique facilement. Les racines des arbres décortiqués s'épuisent peu à peu parce qu'elles ne reçoivent rien ou presque rien des tiges. D'autre part, les réserves assimilées par les feuilles, ne pou-

vant se répandre dans les racines, s'accumulent dans les tiges qui renferment ainsi beaucoup plus de réserves que dans les arbres témoins.

Les choses se passent d'une façon un peu différente dans les arbres décortiqués le 8 mai. La racine est dès le commencement plus pauvre en réserves que dans les arbres témoins. Cela tient à ce que la décortication a été faite après la migration des réserves de la racine vers la tige et avant que la tige n'ait commencé à amener dans la racine le produit de l'assimilation des feuilles. Plus tard, les arbres décortiqués en mai sont comparables à ceux décortiqués en février.

Les feuilles renferment toujours plus de réserves dans les arbres décortiqués que dans les arbres témoins. Les produits de l'assimilation, qui ne peuvent émigrer vers les racines, s'accumulent dans les feuilles comme dans les tiges. On s'explique ainsi l'augmentation considérable de récolte qu'on obtient en décortiquant certaines branches d'arbres fruitiers. La chlorophylle est cependant moins abondante dans les feuilles des arbres décortiqués; ces feuilles se reconnaissent en général à leur couleur jaunâtre. Il semble qu'il y ait là une sorte de régulation de la fonction assimilatrice; les produits de l'assimilation chlorophyllienne n'ayant plus leur débouché normal et encombrant les feuilles, il y a diminution dans la production de la chlorophylle.

Les Coignassiers et les Fusains du Japon m'ont donné des résultats comparables à ceux des Poiriers. Je n'ai pas continué les expériences au delà du mois de décembre, parce qu'après cette époque presque tous les arbres décortiqués commençaient à se dessécher.

En somme, ces expériences sur la décortication mettent en évidence, d'une façon très claire, les échanges de réserves qui ont lieu entre la tige et la racine, échanges dont on connaissait d'ailleurs l'existence par l'étude directe de la répartition des réserves dans un arbre non décortiqué : à la fin de l'hiver et au commencement du printemps, les réserves vont de la racine vers la tige, déterminant ainsi dans le liber un courant ascendant de sève élaborée; du mois de mai au mois d'octobre, elles vont de la tige vers la racine. Les analyses comparatives montrent de plus l'importance quantitative de ces échanges.

AGRONOMIE. — *Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces.* Note de MM. A. **Delage** et H. **Lagatu**, présentée par M. Schlœsing fils.

Diverses objections ont été faites aux travaux d'analyse minéralogique de la terre arable dont nous avons antérieurement communiqué à l'Académie un résumé nécessairement fort succinct (¹). La présente Note a pour

(¹) *Comptes rendus*, 12 et 26 décembre 1904.

objet de réfuter brièvement ces critiques et de compléter nos Notes antérieures par l'indication de quelques faits nouveaux.

I. Dans une Note récente insérée aux *Comptes rendus* (¹), M. Cayeux dit, en parlant de nous :

« Suivant ces auteurs, la terre arable n'est pas formée de minéraux plus ou moins décomposés; elle ne renferme que des *espèces minérales d'une pureté absolument parfaite*. »

L'auteur ayant invoqué, immédiatement après, l'épigénie comme phénomène d'altération et de décomposition, les lecteurs des *Comptes rendus* ont pu croire que nous n'avions pas vu d'épigénie dans la terre arable. En réalité, nos observations ont été consignées de la manière suivante dans le Mémoire cité (²) :

« ... Nous n'avons jamais vu que *des espèces minérales d'une pureté absolument parfaite, c'est-à-dire dans l'état où on les rencontre dans les roches*. Il y en a *évidemment* qui *ont subi* des épigénies; il y a, par exemple, des feldspaths épigénisés par la damourite, des micas épigénisés par la chlorite, des péridots épigénisés par la limonite et la serpentine, etc. ; ces épigénies se rencontrent naturellement et fréquemment dans ces minéraux lorsqu'ils font partie intégrante des roches. Ont-elles continué lorsque ces minéraux, désagrégés, ont formé la terre? C'est possible, mais ce n'est pas démontré.... »

Il s'ensuit que le fait de constater dans la terre arable des minéraux épigénisés ne saurait être envisagé, après la publication de ces lignes, ni comme nouveau, ni comme étranger à nos préoccupations, ni, par conséquent, comme manifestement contraire à nos conclusions.

II. L'objet essentiel de notre travail a été la recherche des symptômes de la décomposition des minéraux dans la terre arable. L'observation de la terre en plaques minces montre que, dès l'abord, deux modes de décomposition peuvent seuls se présenter à l'esprit : 1° la décomposition après dissolution du minéral; 2° l'épigénie.

En ce qui concerne l'épigénie, nous ne nous sommes pas arrêtés au raisonnement simpliste qui consiste à confondre, *a priori* et sans discussion, un *résultat d'épigénie* avec une *activité épigénique actuelle*. A ce compte, on pourrait aussi bien dire : il y a du zircon dans la terre arable; donc, le zircon se forme dans la terre arable. Comme le montre l'extrait précédent

(¹) *Comptes rendus*, 8 mai 1905.
(²) *Constitution de la terre arable* (Montpellier, Coulet, 1905), p. 11.

de notre Mémoire, nous avons examiné les trois cas possibles : 1° les minéraux épigénisés de la terre arable proviennent-ils tels quels des roches d'origine; 2° ou bien l'épigénie, commencée dans les roches, s'est-elle continuée dans la terre arable; 3° ou bien, l'épigénie est-elle spontanée dans la terre arable? Or, tous les cas d'épigénie, dans les débris minéraux de la terre arable, s'expliquent aisément par la fragmentation d'un minéral antérieurement épigénisé dans la roche d'origine; nous n'avons jamais observé dans ces fragments rien qui donne au pétrographe le sentiment, et encore moins la preuve, de l'activité épigénique saisie *in situ*.

Si donc il y a, dans la terre arable, des minéraux épigénisés, rien n'autorise à affirmer qu'il y a, *dans ce milieu tout différent des roches en place*, des minéraux en activité épigénique; tout nous porte à penser que les décompositions sont consécutives à la dissolution pure et simple.

III. Des expériences, dont on ne tient aucun compte dans les objections qu'on nous a faites, sont probantes pour ce qui concerne la dissolution des feldspaths, objet principal du litige.

Daubrée (1) a montré que l'orthose livre à l'eau pure non seulement sa potasse, mais aussi sa silice et son alumine; ces deux derniers corps se séparent ensuite à l'état d'hydrates colloïdaux, *adsorbant* une partie de la potasse dissoute.

IV. Il a été, en outre, annoncé que l'analyse minéralogique de la terre arable ne donnerait aucun résultat pratique en Chimie agricole (2). Cette critique ne pouvait venir des agronomes, dont un très grand nombre nous a manifesté sa satisfaction de *voir* les terres arables et de pouvoir les comparer, soit entre elles, soit avec les roches d'origine, par une méthode aisée et sûre, inusitée jusqu'à ce jour, parmi eux, pour cet objet. Il ne s'agit plus, en effet, de méthodes microchimiques, telles, par exemple, que celle de Boricky, ni de la méthode de séparation par les liqueurs lourdes, et des lévigations suivies de l'observation, au microscope polarisant, des grains séparés, méthode inaugurée et décrite avec des détails si complets, en 1889, pour la terre arable, par Franz Steinriede; il s'agit de la méthode d'observation optique au microscope polarisant à lumière parallèle, qui permet de reconnaître en un temps très court, dans une plaque mince d'un prix très modique, *tous* les minéraux d'une terre, leur état et, dans une mesure

(1) *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, 1879, p. 272.

(2) *Revue de Viticulture*, mai 1905.

suffisante, leurs proportions relatives. C'est, à notre sens, le seul procédé praticable à titre de travail courant.

V. Voici d'ailleurs des applications très pratiques. En ce qui concerne la *potasse*, si une terre donne par l'analyse chimique une teneur élevée et si l'on n'observe dans la plaque que très peu ou point de minéraux potassiques, ces deux faits coïncident avec des terres où la potasse, fixée simplement par le pouvoir rétenteur, est assimilable et ne laisse aux engrais potassiques qu'un rôle assez effacé. Nous avons étudié en grand détail, à ce point de vue, bien des terres et, en particulier, les alluvions de l'Ain, à Loyettes (Ain), les alluvions du Vidourle, à Aimargues et à Marsillargues (Hérault). L'*acide phosphorique* paraît permettre un raisonnement analogue. Ces observations expliquent d'ailleurs pourquoi les dissolvants faibles mesurent mieux la valeur alimentaire d'une terre que les dissolvants forts.

VI. Nous poursuivons ces recherches et nous avons déjà relevé d'autres résultats qui nous donnent le ferme espoir de trouver dans l'analyse minéralogique un sérieux appui de l'analyse à la fois mécanique et chimique des terres, en vue des applications pratiques en Agriculture (¹).

ANTHROPOLOGIE. — *Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens : Les Kader des monts d'Anémalé et les tribus voisines.* Note de M. LOUIS LAPICQUE, présentée par M. Edmond Perrier.

Chargé d'une mission par le Ministère de l'Instruction publique, je suis allé dans l'Hindoustan étudier l'ethnologie de cette contrée, et essayer d'en déterminer l'élément noir primitif.

On admet généralement que ces noirs primitifs sont les *Dravidiens*. Mais les Dravidiens ne sont définis qu'au point de vue philologique; leurs caractères de race et leurs affinités ont donné lieu aux appréciations les plus contradictoires.

Voici les travaux qui ont posé la question sous une forme plus précise et plus analytique. De Quatrefages, colligeant des notes de voyageurs, établit l'existence, en divers points de l'Inde, de tribus montagnardes plus franchement négroïdes, et en même temps de plus petite taille que les populations de plaine; il en déduit que l'indigène

(¹) DELAGE et LAGATU, *Constitution de la terre arable*, 2ᵉ Mémoire. Réponse à une critique. Montpellier, Coulet, 1905.

primitif était le *Negrito,* dont le témoin pur se retrouve non loin de là aux îles Andaman. Mais, dans cette hypothèse, ces tribus de la jungle indienne devaient être sous-brachycéphales : or, quelques-unes d'entre elles, mesurées par Risley dans le Bengale et dans le Centre, par Thurston dans le Sud, se sont montrées dolichocéphales comme les populations d'alentour.

D'autre part, Risley établit que l'indice nasal augmente à mesure qu'on descend dans l'échelle des castes, ce qui s'accorde avec l'hypothèse d'une population franchement nègre réduite en esclavage par des envahisseurs leptorhiniens. Enfin, Thurston trouve que la taille diminue régulièrement à mesure que s'élève l'indice nasal; par suite, il pense qu'on peut appeler *archidravidien* le pur sauvage de la jungle, petit, noir et platyrhinien (1).

Je m'étais proposé, comme méthode, de rechercher la tribu la plus négroïde et la plus primitive, puis de la déterminer anthropologiquement aussi bien que possible. J'avais choisi la tribu des *Kader,* dans les monts d'Anémalé; cette tribu, déjà étudiée par Thurston, est probablement la seule dans tout le sud de l'Inde qui vive à l'état tout à fait sauvage, en pleine jungle inculte.

Sur place, après avoir passé trois semaines en deux campements et observé un nombre relativement considérable de Kader, je dus reconnaître que, si l'on trouve chez eux certains types négritiques très frappants, leur race est certainement mélangée; d'ailleurs, leur ethnographie me paraît indiquer qu'ils sont des réfugiés de la plaine ayant rétrogradé comme état social; et leur langage, quoi qu'on en ait dit, diffère très peu du tamoul. Ils sont pourtant tous dolichocéphales (indice moyen de 32 mâles adultes, 73,3; indices individuels extrêmes, 69 et 77); mais, si l'échelle de variation est peu étendue, la courbe de fréquence est loin de présenter une décroissance régulière autour de la moyenne. La taille moyenne de ces sujets est de $1^{m},56$, la taille maxima atteignant $1^{m},66$.

Je cherchai vainement plus avant dans la montagne un témoin resté plus pur. Dans une vallée d'accès difficile de toute part, j'ai visité des *Moudower,* tribu peu ou point connue des anthropologistes. Les Moudower sont à un état social beaucoup plus avancé que les Kader; ils ont des cultures, du bétail; ils ont des serfs qu'ils appelent *Poulayer* et qu'ils considèrent comme impurs. Leur langue est le tamoul. Au point de vue physique, les deux castes de la tribu sont nettement différentes. Si quelques Moudower se

(1) DE QUATREFAGES, *Les Pygmées,* Paris, 1887. — H.-H. RISLEY, *Caste, Tribe and Race,* dans le Tome I du *Census of India* 1901. — E. THURSTON, *The Dravidian Problem,* dans *Madras governement Museum Bulletin,* t. II, 1899.

rapprochent du type nègre, d'autres s'en écartent beaucoup, tandis que leurs Poulayer sont bien plus uniformément nègres que les Kader. L'indice nasal ([1]) moyen des Kader étant 79 (cas extrêmes, 60 et 98), celui des Moudower est 77 (extrêmes, 68 et 86), celui des Poulayer, 83 (extrêmes, 74 et 100). Les uns et les autres sont d'ailleurs dolichocéphales (Moudower, 73; Poulayer, 74) et de petite taille ($1^{m},59$ pour les uns comme pour les autres).

La montagne est donc ici, comme en général dans les pays qui ont une longue histoire, non l'asile inviolé des premiers habitants, mais le refuge de tous les vaincus.

L'anthropologie de la montagne ne peut plus légitimement être séparée de celle de la plaine. Même la dolichocéphalie exclusive constatée sur les tribus précédentes ne permet pas de conclure à la dolichocéphalie de tous les types ancestraux, étant donnée l'insuffisance de nos connaissances sur la valeur spécifique de l'indice crânien, ou sur les effets de l'hybridité et de la ségrégation dans les races humaines. Bien plus, j'ai cru, pendant quelque temps, que je serais ramené par extrapolation à un ancêtre noir sous-brachycéphale.

En effet, les Poulayer des Moudower sont un peu moins dolichocéphales que leurs maîtres. Du côté opposé, à la marge de la forêt, vivent les *Malasser,* tribu extérieure encore au système social des habitants de la plaine, mais en relation continuelle avec eux. Ces Malasser sont au moins aussi nègres que les Kader; ils sont manifestement métissés, mais c'est chez eux que j'ai vu, dans cette région, le plus de chevelures quasi-crépues; par les proportions du corps et des membres, ce sont les plus négritiques. Or leur indice céphalique moyen monte à 76, avec un chiffre individuel atteignant 84 (taille moyenne, $1^{m},59$; indice nasal, 79).

Mais puisqu'il paraissait impossible de retrouver le type noir assez bien caractérisé, il fallait changer de méthode. J'entrepris de tracer un croquis d'ensemble de l'ethnologie dravidienne en m'en tenant à quelques mesures essentielles. La population est divisée en un grand nombre de groupes ethniques, soit par des circonstances topographiques, soit par l'existence de castes endogamiques; si les barrières physiques qui séparent ces groupes n'ont pas été étanches, les cloisons morales qui séparent les

---

([1]) J'ai pris comme limite supérieure du nez, suivant la technique conseillée par Papillault, la suture naso-frontale; ce qui donne, pour l'indice dans le type nègre, des chiffres moins élevés que suivant la technique de Topinard.

castes ne l'ont pas été davantage; mais les unes et les autres ont ralenti la diffusion des races; et surtout, elles permettent de noter une gradation systématique des divers caractères suivant le degré de métissage; l'indication des types ancestraux sort ainsi des faits.

J'ai observé et mesuré plus de 800 individus appartenant à des castes et à des tribus choisies dans ce but. Cette méthode m'a conduit à des résultats assez nets.

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution des formes sexuées chez les Néréidiens d'eau douce*. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Annélides Polychètes vivent normalement dans la mer; quelques-uns, cependant, ont abandonné le milieu marin. On ne connaît encore actuellement qu'un nombre fort restreint de Polychètes d'eau douce. L'espèce rapportée par M. G. Seurat, des îles Gambier, mérite, à divers égards, une mention toute particulière. L'archipel des Gambier se compose d'un groupe de montagnes volcaniques entourées par une ceinture discontinue d'îles basses ou *motous;* la partie sud de l'anneau coralligène serait submergée d'après Darwin qui avait cru trouver là un argument en faveur de sa conception des aires d'affaissement du Pacifique. C'est dans l'une de ces îles basses, Tarauru-roa, située à l'est de Mangareva, que M. G. Seurat a recueilli un nouveau Néréidien appartenant au genre *Perinereis* Kinberg (char. emend.). Il existe dans la région moyenne de ce *motou* une pièce d'eau stagnante, sans communication aucune avec la mer, alimentée uniquement par les pluies abondantes de ces contrées et dont la profondeur maxima ne dépasse pas 50^{cm}. Le Polychète vit dans la vase calcaire qui recouvre le fond de la dépression.

Plusieurs exemplaires de ce *Perinereis Seurati* nov. sp. possèdent des ovules à divers degrés de développement, ce qui met en évidence l'adaptation complète au milieu dans lequel ils ont été trouvés. Dans aucun d'eux je n'ai observé la présence simultanée d'éléments mâles et d'éléments femelles, ainsi que cela a lieu chez la *Nereis diversicolor* O. F. Müller, qui s'accommode des milieux les plus divers au point de vue du degré de salure (Mendthal). Chez deux individus femelles dont la partie postérieure manque, le corps n'est plus qu'un sac à œufs, à paroi amincie et semi-transparente. La musculature est fortement réduite, de même que le tube digestif. Les ovules, presque tous isolés les uns des autres, mesurent de 260^{μ} à 280^{μ} de diamètre.

Un fait très intéressant à signaler chez ces femelles parvenues à un état voisin de la maturité, c'est la légère transformation subie par les parapodes, dans le sens des

formes « hétéronéréidiennes ». La rame dorsale reste intacte. Dans la rame ventrale, le mamelon sétigère présente deux lobes foliacés très richement vascularisés; la base du cirre ventral offre à considérer deux lobes semblables. On n'observe aucune modification dans les soies qui conservent la même physionomie que chez les individus dépourvus d'éléments reproducteurs. Il n'y a aucune trace de la division si tranchée du corps en deux régions chez les formes épigames.

Il paraît n'y avoir là qu'une trace, un souvenir de la transformation épigamique de l'espèce marine d'où ce Néréidien d'eau douce est dérivé. Le développement des lobes foliacés parcourus par de très nombreux vaisseaux sanguins et des soies en palette caractéristiques des *Heteronereis* correspond à un changement complet au point de vue biologique : ces animaux, à l'état asexué, rampent au fond de la mer; à l'époque de la maturité sexuelle, munis d'appareils locomoteurs puissants, ils gagnent la surface où ils nagent souvent par essaims, à quelque distance des côtes. Un pareil changement dans le mode d'existence n'a pas lieu ici. Il est vrai que ces appendices ne sont pas exclusivement locomoteurs : leur vascularisation très riche montre qu'ils jouent un rôle important dans la respiration. Chez le *Perinereis Seurati*, toutes les parties des parapodes sont remarquables par la circulation intense dont elles sont le siège.

On constate d'ailleurs, d'une manière générale, que le passage de la vie en milieu salin à la vie dans l'eau douce s'accompagne d'une accélération embryogénique ou tachygenèse plus ou moins marquée.

En particulier, les phénomènes d'épigamie disparaissent chez les Néréidiens complètement adaptés à l'eau douce, comme l'a signalé récemment H.-P. Johnson chez la *Nereis limnicola* Johnson et chez la *Lycastis hawaiiensis* Johnson (1903), comme je l'avais moi-même mentionné chez la *Lycastis ouanaryensis* Gravier (1901).

Il est très difficile d'indiquer, même approximativement, l'époque de l'émersion de l'île basse où a été capturé le *Perinereis Seurati* et encore plus celle où le petit lac dans lequel il vit a été définitivement séparé de la mer; ces dates sont probablement fort anciennes. La présence aux parapodes de ces lobes foliacés épigamiques réduits, derniers vestiges des transformations de la forme sexuée marine ancestrale, paraît indiquer la lenteur de certains processus évolutifs.

PHYSIOLOGIE. — *Du contraste simultané des couleurs.* Note de M. A. **Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

Les lois expérimentales du contraste simultané des couleurs sont bien connues ; quant à son mécanisme physiologique on est encore réduit à des hypothèses. La question s'est beaucoup compliquée par le fait qu'on ne se mettait pas toujours dans les conditions nécessaires pour éliminer toute influence des images accidentelles, de sorte que contraste simultané et contraste successif ont été souvent confondus et, à l'heure actuelle, la part n'est pas encore faite entre ces deux phénomènes qui me paraissent de nature très différente.

Je reprends donc l'étude du contraste simultané pur et pour y arriver j'ai recours à un épiscotister que je fais tourner devant l'œil avec la vitesse et l'ouverture convenables. J'observe ainsi à une certaine distance des plages de papier gris, fixées sur des fonds diversement colorés. En réglant l'épiscotister de manière à donner un temps d'admission d'une fraction de seconde ($0^s,1$ en général) suivi d'un intervalle suffisamment long (plusieurs secondes) je constate les faits suivants :

Les plages incolores deviennent franchement jaunâtres sur fond bleu et restent à peu près incolores sur fond rouge, lorsque je les observe avec mes yeux naturellement hypermétropes, en relâchant l'accommodation. Les mêmes plages paraissent, au contraire incolores sur fond bleu et verdâtres sur fond rouge, lorsque je place devant l'œil un verre convergent qui corrige totalement mon hypermétropie, ou même la surcorrige un peu.

Avec des plages plus grandes le phénomène est le même, sauf que la teinte complémentaire s'étend sur une zone marginale dont le diamètre apparent est constant [1].

Tous ces effets s'observent le mieux avec les couleurs extrêmes du spectre. Ainsi le fond bleu et le fond rouge donnent les meilleurs résultats, tandis que le vert en donne de moins caractéristiques.

Ces expériences montrent que, lorsqu'on se met absolument à l'abri des images accidentelles, le contraste ne se produit pas toujours, mais seulement dans le cas où l'œil est à peu près accommodé pour les radiations dominantes de la couleur inductrice. Dans le cas contraire, les plages grises paraissent demeurer à peu près incolores, mais en fait il se produit là une

---

[1] Dans le voisinage immédiat de la plage le fond devient souvent blanchâtre.

induction homonyme qui passe plus ou moins inaperçue, probablement à cause de la couleur relativement très vive de la plage inductrice.

Mais si l'effet de l'induction homonyme est souvent difficile à voir avec des plages grises, on peut le mettre bien en évidence avec des plages colorées; ainsi une plage verte sur fond rouge devient blanche quand elle subit l'induction homonyme, de même qu'une plage bleue devient rose clair, etc.

Donc, *induction hétéronyme* quand l'œil est accommodé pour les radiations dominantes de la couleur inductrice et *induction homonyme* dans le cas contraire, tel est le résultat expérimental. Son interprétation me paraît simple :

Les couleurs employées dans les expériences sont complexes; or comme l'œil n'est point achromatique, il se produit une dispersion de lumière complémentaire ([1]), lorsqu'on accommode pour l'extrémité du spectre correspondante aux radiations dominantes du fond et une dispersion de ces dernières, lorsqu'on accommode pour l'extrémité opposée.

Dans une Note antérieure ([2]) j'ai montré combien cette dispersion est appréciable : elle peut donc suffire pour déterminer l'induction homonyme ou hétéronyme selon le cas.

On comprend ainsi pourquoi les effets sont plus marqués avec des couleurs inductrices correspondantes aux extrémités du spectre; dans ce cas toute la dispersion de l'œil est mise en jeu, tandis qu'elle ne l'est qu'en partie pour les couleurs moyennes. On comprend également pourquoi le bleu donne encore de meilleurs résultats que le rouge, sa complémentaire étant plus lumineuse.

En somme il ressort des expériences indiquées dans cette Note que le phénomène du contraste simultané des couleurs apparaît même avec des éclairs lumineux de $0^s,1$, ce qui élimine complètement les images accidentelles par mouvement de l'œil; un mouvement réflexe exigeant ce temps pour commencer à se produire. Mais dans ces conditions l'effet du contraste dépend de l'état de l'accommodation de l'œil; en outre la teinte complémentaire ne s'étend qu'à des zones ayant le diamètre apparent correspondant au chromatisme de l'œil. C'est donc celui-ci qui joue le rôle essentiel dans la production du contraste simultané pur.

([1]) J'entends par lumière complémentaire d'une couleur le mélange de toutes les radiations de cette couleur à l'exception des radiations dominantes.

([2]) *Comptes rendus*, 13 juin 1904.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les chaleurs de combustion et la composition chimique des tissus nerveux et musculaire chez le cobaye, en fonction de l'âge.* Note de M. J. TRIBOT, présentée par M. A. Giard.

Dans une précédente Note (¹) nous avons exposé les résultats calorimétriques que nous avions obtenus sur quelques cobayes.

Nous avons poursuivi notre étude et nous l'avons complétée par l'analyse chimique des tissus. Le procédé de préparation des tissus, dus toujours à Mlle Stefanowska, est exactement le même que celui qui a été décrit dans notre première Note.

Voici les résultats définitifs obtenus :

Ages des cobayes.	Tissu musculaire. Albuminoïdes pour 100.	Matières grasses pour 100.	Chaleurs de combustion (²).	Tissu nerveux. Albuminoïdes pour 100.	Matières grasses pour 100.	Chaleurs de combustion (²).
			Cal			Cal
Cobaye 11 jours.	90,24	9,84	5,493	76,23	22,02	5,872
» 15 » .	85,75	11,12	5,556	?	?	?
» 16 » .	84,89	12,40	6,304	?	?	5,995
» 23 » .	82,41	15,24	6,394	60,54	37,25	6,085
» 35 » .	?	?	6,447	48,37	41,53	6,252
» 38 » .	78,75	15,82	?	48,12	46,67	6,470
» 60 » .	77,54	15,98	6,508	48,03	46,76	6,547
» 73 » .	76,51	16,55	6,679	47,85	46,94	6,715
» 86 » .	75,92	18,80	6,688	47,78	46,98	6,832
» 113 » .	73,50	21,87	6,980	47,32	47,35	7,425
» 120 » .	66,36	29,85	?	35,61	57,04	8,290
» 138 » .	43,75	51,47	7,125	35,94	55,52	7,560
» 180 » .	37,28	58,02	8,895	35,98	55,14	7,408
» 300 » .	41,15	55,38	6,754	36,18	55,04	7,384
» 540 » .	48,24	53,24	6,650	36,67	54,81	7,195
» 555 » .	53,25	52,04	6,544	36,75	54,86	7,157
» 600 » .	71,87	18,56	6,219	41,12	54,21	7,005

(¹) *Comptes rendus,* 27 mars 1905.

(²) Par suite d'une légère erreur qui s'était glissée dans nos premières expériences, les chiffres primitifs sont modifiés.

L'énergie fixée (E_F de M. Ernest Solvay) est une fonction périodique de l'âge.

On voit d'après ce Tableau que :

1° La teneur en matière grasse passe par un maximum atteint vers le 180e jour pour le tissu musculaire, et le 120e jour pour le tissu nerveux;

2° La teneur en matières albuminoïdes passe par un minimum atteint aux mêmes époques, respectivement pour chaque tissu.

La chaleur de combustion de la graisse étant plus grande que celle de l'albumine dans le rapport 8,9 à 4,1, la chaleur de combustion totale du tissu doit passer par un maximum à une date qui doit coïncider avec la date du maximum de la teneur en graisse.

MÉDECINE. — *Sur une nouvelle méthode de protection contre les rayons de Röntgen.* Note de M. J. **Bergonié**, présentée par M. Bouchard.

Le danger qu'il y a à s'approcher souvent et à de faibles distances d'un tube de Crookes en fonction est aujourd'hui parfaitement reconnu de tous. De graves lésions de la peau à marche néoplasique ont été observées et l'action atrophiante des rayons de Röntgen, sur les glandes génitales en particulier [1], permet de prévoir que des désordres, tout aussi graves mais plus cachés, se produiraient à la longue sur l'organisme de ceux qui tous les jours utilisent les rayons X, soit pour le diagnostic, soit pour la thérapeutique.

Les moyens de protection que l'on utilise actuellement pour préserver l'entourage du malade traité ou observé peuvent être classés en deux catégories : 1° les enveloppes opaques pour les rayons de Röntgen placées au voisinage de leur centre d'émission; 2° les écrans protecteurs placés au voisinage de l'opérateur ou recouvrant la partie de son corps à protéger. Dans la première catégorie, il faut ranger les tubes de Crookes en verre opaque et à fenêtre transparente et les localisateurs divers. Dans la deuxième, beaucoup plus nombreuse, il faut ranger tout l'attirail protecteur si varié : lunettes, gants, tabliers, armures, étoffes opaques, paravents de plomb, guérite plombée, etc. Le principal défaut des localisateurs est de provoquer une modification du champ électrique autour du tube, modification qui rend défectueux le fonctionnement de celui-ci. Le plus grand défaut des protecteurs est de gêner les mouvements de celui qui les revêt.

---

[1] Voir à ce sujet : 1° Bergonié et Tribondeau, *Action des rayons X sur le testicule du rat blanc* (*Société de Biologie*, 12 novembre, 17 décembre 1904 et 21 janvier 1905). — 2° Bergonié, Tribondeau et Récamier, *Action des rayons X sur l'ovaire de la lapine* (*Société de Biologie*, séance du 7 février 1905).

La nouvelle méthode de protection, employée déjà depuis six mois dans le service d'électricité médicale de l'Université de Bordeaux et des hôpitaux, ne présente aucun de ces inconvénients. Son principe très simple consiste à placer tout l'entourage du malade au-dessus du plan horizontal prolongeant l'anticathode et, au-dessous de ce plan, le malade seul. L'espace est ainsi virtuellement divisé en deux parties, dont l'une, la supérieure, est si complètement indemne de rayons X, qu'on peut y manier la plaque sensible radiographique auprès du tube sans risques de voile.

La réalisation pratique de ce dispositif est aussi simple que son principe : le plan du lit servant à la radiographie ou la radiothérapie est à peine plus élevé que celui du parquet du laboratoire, si bien que, pour les applications radiothérapiques ordinaires, le plan mené par l'anticathode vient au plus au niveau de l'articulation du genou pour l'entourage. Dans les opérations de radiographie avec le radiolimitateur compresseur, à peu près même hauteur du plan horizontal limitant la zone dangereuse. Dans les grandes radiographies du bassin, ce plan peut s'élever jusqu'aux deux tiers de la cuisse d'un homme moyen, jamais jusqu'au-dessus de ses organes génitaux. Pour des hauteurs du tube plus élevées encore, très rarement employées, ou pour placer même nos jambes dans la zone de sécurité, nous avons des sièges surélevés portant nos pieds à $0^m,50$ du sol.

Une pratique déjà longue de ce dispositif ne nous en a révélé aucun inconvénient. Les avantages en sont nombreux : suppression complète de tout localisateur et simplification sensible de l'appareillage, surveillance parfaite du fonctionnement du tube, durée plus grande de celui-ci, mesure facile de la qualité des rayons émis, etc. Au point de vue de la sécurité, elle est si complète que nous n'avons plus, depuis l'emploi de ce dispositif, observé sur nous-mêmes une seule poussée de radiodermite; les lésions chroniques anciennes de quelques-uns d'entre nous ont une tendance à guérir; le port de guêtres ou jambières opaques a été reconnu inutile; nous n'avons plus ni lunettes, ni gants, ni tabliers, etc.

Ce dispositif ne peut s'appliquer à la radioscopie.

PARASITOLOGIE. — *Sur la dénomination de l'agent présumé de la syphilis.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

En raison de l'extrême retentissement de la découverte de Schaudinn et Hoffmann, il est regrettable que l'agent probable de la syphilis, appelé par ces savants *Spirochœte pallida*, soit présenté au public sous un nom qu'il ne saurait garder. Le genre *Spirochœte* fut créé en 1833 par Ehrenberg pour le *Sp. plicatilis*. Cette espèce, avec son corps hélicoïdal et flexible, ses extrémités obtuses, sa propagation par scission transversale, se relie aux Myxophycées, malgré l'absence de phycochrome, par l'intermédiaire

des *Glaucospira*, ainsi que Lagerheim l'établit en 1892. C'est un type de Bactérie parente des Algues, ce que j'appelle une Leucophycée.

Les affinités du *Spirochœte pallida* doivent être cherchées, au contraire, du côté des Protozoaires. Telle est l'opinion de Schaudinn. Cette opinion est rendue très probable par la biologie et la pathologie comparées.

La rareté relative des états visibles du parasite dans les chancres à leur début, leur présence dans les lésions du nouveau-né, qui s'explique par filtration des germes à travers le placenta, donnent à penser que l'agent de la syphilis parcourt plusieurs stades, revêt diverses formes et notamment des formes plus petites que celles qu'on a vues, le rattachant aux virus ultra-microscopiques. Schaudinn nous a montré que, par de semblables réductions, le Trypanosome issu de l'*Hœmamœba Ziemanni* passe par un stade comparable au *Spirochœte pallida* pour parvenir à des dimensions qui atteignent et dépassent peut-être les limites de la visibilité.

La dourine, appelée vulgairement *syphilis des chevaux*, est causée par le *Trypanosoma equiperdum*, dont les formes de multiplication accélérée, d'après Schneider et Buffard, sont moins différenciées que les Trypanosomes typiques.

Malgré l'insuffisance des données morphologiques, il est donc vraisemblable que l'agent de la syphilis a d'étroites affinités avec l'agent de la dourine, qu'il offre un hétéromorphisme et une évolution complexe qui, en le rapprochant des Flagellates ou mieux des Sporozoaires, l'éloignent des Spirilles, des Bactéries en général et surtout des Algues. Voilà pourquoi le nom de *Spirochœte* ne lui convient pas.

Tout en subissant la nécessité de créer un nom générique nouveau pour les formes animales qui ressemblent au *Spirochœte*, nous pensons qu'il est bon de garder le même radical pour rappeler la similitude qui a frappé Schaudinn. Nous proposerons le nom de *Spironema* pour les Protozoaires spiralés à bouts aigus qui diffèrent des Trypanosomes par la réduction de l'appareil nucléaire, de la membrane ondulante et de son prolongement flagelliforme. Le Spirochète pâle deviendra ainsi, dans la nomenclature régulière, le *Spironema pallidum*.

GÉOLOGIE. — *Le grisou aux sondages de Lorraine*. Note de M. Francis Laur.

Il y a à peine huit jours le sondage d'Atton (à 4^{km} au sud-est de Pont-à-Mousson) a rencontré une seconde couche de houille qui a donné, à l'orifice

du trou de sonde, du gaz inflammable venant du fond, à travers la colonne d'eau de 900^m, crever à la surface sous forme de grosses bulles. La présence du grisou dans les couches du nouveau bassin houiller indique la nature des charbons qui donneront certainement des cokes industriels.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le Prince de Monaco au mois d'avril* 1905. Note de M. **H. Hergesell**.

En avril 1905 S. A. S. le Prince de Monaco a réalisé pour la première fois le plan de faire des ascensions au-dessus de la mer. Ces ascensions ont été exécutées d'après deux méthodes que j'avais proposées, en se servant de ballons de caoutchouc fermés, pouvant monter avec une force ascensionnelle constante et atteignant ainsi de très grandes hauteurs.

Nous avons employé chaque fois un système de deux ballons, dont l'un devait éclater ou se détacher à une certaine hauteur, tandis que l'autre, plus petit, qui commençait à tomber après la perte du premier ballon, devait servir de parachute à l'instrument. Un flotteur était attaché à 50^m du ballon. Dès que ce flotteur atteignait la surface de l'eau, le ballon se maintenait à une hauteur de 50^m au-dessus de la mer, servant aussi de marque au navire qui était à la poursuite des appareils. En effet, immédiatement après le lancer, la *Princesse-Alice* commençait à suivre les ballons à toute vitesse pour qu'on ne les perde pas des yeux. Cela put être réalisé dans la plupart des cas. Deux fois cependant les ballons furent cachés par des nuages subitement formés; cela n'a pas empêché de retrouver plus tard dans l'un des cas le ballon et l'instrument, se tenant au-dessus de l'eau. Dans les cinq ascensions qui ont été exécutées, le succès n'a donc failli qu'une fois (1).

Il va sans dire que ces ascensions ne peuvent se faire que par un beau temps clair et quand la vitesse des courants aériens supérieurs n'excède pas trop la vitesse du navire. D'après les expériences faites l'année dernière, avec nos ascensions de cerfs-volants, ces conditions ne semblent pas très rares.

En jugeant nos premières ascensions il faut tenir compte de ce que les

(1) Le système complet, composé de deux ballons, d'un flotteur et d'un instrument, vient d'être retrouvé le 6 mai dans le golfe de Saint-Tropez, à 168 milles dans l'ouest de son point de départ.

conditions atmosphériques étaient alors défavorables. Effectivement, au mois d'avril, la mer entre la Corse et la Principauté de Monaco était presque toujours occupée par une dépression barométrique causant de forts courants aériens et rendant parfois très difficile la poursuite des ballons.

Nous avons employé deux méthodes pour faire tomber le système des ballons, dès qu'ils atteignent une hauteur donnée. Pour employer la première méthode, on gonfle plus fortement le ballon chargé des flotteurs, de sorte qu'il éclate plus tôt que le ballon servant de parachute. Cette méthode permet d'atteindre des hauteurs assez grandes, mais elle a le défaut de ne pouvoir fixer suffisamment la hauteur maxima, et par là la durée de l'ascension. Sans doute, on peut régler cette hauteur en gonflant plus ou moins le ballon; mais le moment où le ballon éclate dépend encore d'autres causes, comme la qualité du caoutchouc, et il y a ainsi toujours quelque incertitude sur la hauteur maxima obtenue. Avec la seconde méthode on n'attend pas l'éclatement du ballon, mais on le décroche automatiquement. A la pression voulue la plume du barographe de l'enregistreur forme contact : une petite pile sèche de poids minime actionne un électro-aimant qui ouvre le crochet par où le ballon supérieur est retenu. On règle le contact d'avance pour limiter l'ascension à une hauteur voulue.

En modifiant le degré de gonflement des ballons et le poids du flotteur emporté on peut faire varier dans de larges limites la vitesse verticale de la montée et de la descente. Dans la plupart des cas on préférera une grande vitesse verticale, pour assurer la ventilation du thermographe enregistreur et pour abréger la durée de la poursuite. Dans les ascensions décrites plus loin la vitesse verticale était de 5^m le plus souvent; la durée de l'ascension, qui dépendait de la hauteur maxima, variait entre 33^m et 58^m. L'instrument enregistreur était muni de mon thermographe à tube et en plus d'un thermographe bimétallique du système de M. Teisserenc de Bort.

Dans la description qui va suivre je ne parlerai pas des résultats météorologiques et ne décrirai que la méthode.

4 avril 1905, $9^h 35^m$, *a.* — Ascension avec deux ballons de 1500^{mm} de diamètre, sans crochet automatique. Ciel presque sans nuages, le vent est faible, en bas, mais augmente considérablement avec la hauteur. Après 15 minutes, les nuages qui se sont formés cachent les ballons. Le second ballon avec l'instrument est retrouvé le lendemain à 6^h du matin, se tenant au-dessus de l'eau.

Altitude maximum : 8900^m. Température minimum : $-46^o,3$.

Durée de l'ascension : 58 minutes. Vitesses verticales : à la montée, $5^m,6$ par seconde; à la descente, $4^m,8$.

7 avril 1905, 3^h, *p.* — Deux ballons de 1500^{mm}; crochet automatique réglé pour la

pression de 300mm. Temps clair. Le navire suit les ballons dans la direction du SE; après 20 minutes, on observe que le ballon supérieur se détache. A la descente le ballon est perdu de vue pendant un certain temps. A 5^h, *p.* on le retrouve, se tenant à 50^m au-dessus de l'eau. Tout est ramené sans accident.

Altitude maximum : 6870^m. Température minimum : — 36°,2.

Durée : 45 minutes. Vitesse verticale : à la montée, $5^m,6$; à la descente, $4^m,7$.

14 *avril*, $3^h 25^m$, *p.* — Deux ballons de 1500mm de diamètre; crochet automatique, réglé pour 350mm seulement, parce que les courants supérieurs paraissent très forts. Temps clair. Direction des ballons N85°E. Le navire suit à toute vitesse; après 19 minutes, on voit que le déclenchement a fonctionné; le ballon est redescendu à 4^h. A 5^h, tout est ramené à bord en bon état.

Altitude maximum : 6050^m. Température minimum : — 28°,2. Durée : 47 minutes. Vitesse verticale : $5^m,0$ (montée), $3^m,8$ (descente).

19 *avril*, 10^h, *a.* — Deux ballons de 1350mm et de 1500mm de diamètre initial. Le premier est fortement gonflé pour qu'il éclate bientôt. Temps clair. Le ballon, qui ne cesse d'être visible, éclate après 11 minutes. A $11^h 45^m$, *a.* tout est ramené à bord.

Altitude maximum : 4010^m. Température minimum : — 10°,0. Durée : 33 minutes. Vitesse verticale : $5^m,4$ (montée), $3^m,2$ (descente).

19 *avril*, $1^h 28^m$, *p.* — Deux ballons de 1500mm de diamètre initial. Le premier ballon n'est pas gonflé plus fortement que le ballon inférieur; car nous avons l'intention d'atteindre une grande hauteur. Temps clair. La vitesse horizontale des ballons, petite au commencement, augmente à mesure que les ballons montent; le navire reste en arrière. Après 37 minutes, le ballon supérieur éclate; le ballon inférieur, qui commence à descendre, est encore visible pendant 7 minutes.

Enfin, il disparaît derrière un nuage et ne peut être retrouvé, bien que le navire continue dans la direction observée à la fin. D'après la vitesse verticale, qu'on peut évaluer avec une assez grande précision d'après la force ascensionnelle, le ballon a dû monter à 12km au moins. Au moment où le ballon a éclaté, la hauteur angulaire était de 38°. La distance a donc été de 20km. Cela prouve qu'on pourra voir les ballons jusqu'à cette distance avec de bonnes jumelles.

Ces ascensions au-dessus de la Méditerranée ont démontré que la méthode des ballons-sondes, qui a eu tant de succès sur terre, peut également être employée au-dessus des océans avec un grand avantage. Dans des conditions plus favorables que l'on peut, d'après nos expériences, trouver dans la région des alizés et des calmes, on atteindra des hauteurs de plus de 15km sans perdre les ballons de vue. On étudiera ainsi non seulement les courants aériens dans le voisinage de l'équateur jusqu'à de grandes altitudes, mais encore d'autres phénomènes météorologiques tels que la position de cette zone isotherme découverte par MM. Teisserenc de Bort et Assmann.

On peut donc applaudir vivement au projet de S. A. S. le Prince de Monaco de continuer pendant l'été prochain les ascensions de ballons-sondes au-dessus de l'Atlantique.

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **Paulin** adresse, de Grenoble, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré secousse sismique, direction nord-ouest, 1er juin, $4^h 52^m 28^s$ matin, méridien Paris.

M. W. **Grosseteste** signale un tremblement de terre ressenti à Grasse.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 8 mai 1905.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur les surfaces de Voss de la Géométrie non-euclidienne :

Page 1227, ligne 4, *au lieu de*

$$D_1 = \pm iD, \qquad D''_1 = \mp iD'',$$

lisez

$$D_1 = \pm iD, \qquad D''_1 = \mp iD''. \tag{5}$$

Page 1228, ligne 5, *remplacer* (5) par (V).

Même page, ligne 9, *au lieu de*

$$\frac{\partial\sigma}{\partial u} = \frac{\partial\tau}{\partial u}\sin\omega,$$

lisez

$$\frac{\partial\sigma}{\partial u} = \frac{\partial\tau}{\partial u}\cos\omega.$$

Même page, ligne 15, *au lieu de* les équations (5), *lisez* les équations (V).

(Séance du 29 mai 1905.)

Note de M. *Paul Lebeau*, Sur quelques propriétés physiques du propane :

Page 1455, dans le Tableau représentant la solubilité du propane, *au lieu de* 10 volumes d'eau, *lisez* 100 volumes de liquide.

N° 23.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 5 juin 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.
M. le Président annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 12 juin sera remise au mardi 13 1497
M. Berthelot. — Observations sur les méthodes employées en calorimétrie et spécialement sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques .. 1497
M. H. Poincaré. — Sur la dynamique de l'électron 1504
M. G. Lippmann. — Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission. 1508
MM. H. Moissan et Martinsen. — Préparation et propriétés du chlorure et du bromure de thorium 1510
MM. A. Laveran et Vallée. — Sur un cas de transmission par des ixodes de la spirillose et de la piroplasmose bovines 1515
M. Charles Depéret. — L'évolution des Mammifères tertiaires, méthodes et principes 1517
Le R. P. Colin. — Observations magnétiques à Tananarive 1521
M. Émile Picard fait hommage à l'Académie du Tome I des « Œuvres de Charles Hermite » 1524
M. Poincaré fait hommage à l'Académie de son Volume intitulé : « La valeur de la Science » 1524
M. Gaston Bonnier fait hommage à l'Académie du fascicule IV du « Cours de Botanique » qu'il publie en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon* 1524
S. A. S. le Prince de Monaco fait hommage à l'Académie d'une « Carte générale bathymétrique des océans » 1524

NOMINATIONS.

Liste de candidats à la Chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° M. *Verneuil*, 2° M. *Damour*, 3° M. *Granger* 1524
Liste de candidats à la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° M. *Rosenstiehl*, 2° M. *Prud'homme*, 3° M. *Lemoult* 1525

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale l'Ouvrage suivant : « Les fours électriques et leurs applications », par *Jean Escard* 1526
M. A. Demoulin. — Principes de Géométrie anallagmatique et de Géométrie réglée intrinsèques 1526
M. Léger. — Nouvelles expériences d'enlèvement de l'hélicoptère « M. Léger », au musée océanographique de Monaco 1529
M. H. Bellet. — Nouveau mode d'application du tube de Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression 1531
M. Pierre Weiss. — Propriétés magnétiques de l'élément simple de la pyrrhotine 1532
M. H. Pécheux. — Sur une propriété des alliages étain-aluminium, bismuth-aluminium, magnésium-aluminium 1535
M. E. Rengade. — Action de l'oxygène sur le cæsium-ammonium 1536
MM. R. Fosse et A. Robyn. — Phénols pyraniques 1538
M. Eugenio Pinerua Alvarez. — Sur un nouveau réactif de l'aconitine 1540
MM. Adrien Jaquerod et F.-Louis Perrot. — Sur la dilatation et la densité de quelques gaz à haute température. Application à la détermination de leurs poids moléculaires 1541
M. J. Duclaux. — Pression osmotique des

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

Pages.

solutions colloïdales 1544
MM. A. Fernbach et J. Wolff. — Analogie entre l'amidon coagulé par l'amylocoagulase et l'amidon de pois 1547
MM. J. Ville et E. Derrien. — Sur la méthémoglobine et sa combinaison fluorée... 1549
M. N.-A. Barbieri. — Les cérébrines et l'acide cérébrique préexistent dans le tissu nerveux à l'exclusion du protagon 1551
M. Leclerc du Sablon. — Sur les effets de la décortication annulaire 1553
MM. A. Delage et H. Lagatu. — Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces 1555
M. Louis Lapicque. — Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens : Les Kader des monts d'Anémalé et les tribus voisines.... 1558
M. Ch. Gravier. — Sur l'évolution des formes sexuées chez les Néréidiens d'eau douce 1561
M. A. Polack. — Du contraste simultané des couleurs 1563
M. J. Tribot. — Sur les chaleurs de combustion et la composition chimique des tissus nerveux et musculaire chez le cobaye, en fonction de l'âge 1565
M. J. Bergonié. — Sur une nouvelle méthode de protection contre les rayons de Röntgen 1566
M. Paul Vuillemin. — Sur la dénomination de l'agent présumé de la syphilis 1567
M. Francis Laur. — Le grisou aux sondages de Lorraine 1568
M. H. Hergesell. — Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le Prince de Monaco au mois d'avril 1905 1569
M. Paulin adresse une dépêche relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble ... 1572
M. W. Grosseteste signale un tremblement de terre ressenti à Grasse 1572
Errata 1572

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 24 (13 Juin 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 13 JUIN 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Paul Lebeau**.

L'un de nous a démontré antérieurement que chaque bulle de fluor, qui arrive au contact d'acide azotique ordinaire, fournit une décomposition accompagnée d'une flamme et que le fluor gazeux, mis en présence des vapeurs d'acide azotique, produit une violente détonation (¹).

L'intensité de cette réaction nous a amenés à reprendre l'étude méthodique de l'action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote. Après un certain nombre d'expériences préliminaires, nous avons reconnu que ces réactions étaient très complexes et qu'il fallait tout d'abord étudier l'action du fluor sur le peroxyde d'azote. En effet, ce dernier corps se produit dans un grand nombre de transformations des composés oxygénés de l'azote et son intervention peut fournir des réactions secondaires qui compliquent notablement cette étude.

Action du fluor sur le peroxyde d'azote. — Pour réaliser cette étude nous nous sommes servis d'une chambre à réaction en verre dans laquelle on peut faire arriver les deux gaz par des tubes de platine bien calibrés. Ces derniers entrent, à frottement doux, dans des tubes de verre placés verticalement à la partie supérieure de notre appareil, de telle sorte que l'on puisse fermer la portion supérieure de l'espace annulaire au moyen d'une goutte de paraffine qui ne tarde pas à se solidifier. La gaine gazeuse, très

(¹) Moissan, *Nouvelles recherches sur le fluor* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XXIV, 1891, p. 224).

mince, qui reste entre les deux tubes empêche le fluor d'enflammer la paraffine et fournit une fermeture suffisamment étanche. Ce dispositif a, du reste, été déjà employé par M. Berthelot dans son appareil à ozone [1].

Notre appareil de verre, lavé au préalable par un mélange d'acide chromique et d'acide sulfurique, puis séché avec le plus grand soin, était rempli de vapeurs nitreuses bien sèches. On fait arriver ensuite un courant de gaz fluor exempt d'acide fluorhydrique et l'on reconnaît bientôt qu'il ne se produit aucune combinaison. Nous avons varié les conditions de l'expérience et nous n'avons jamais obtenu, à la sortie de l'appareil, qu'un mélange des deux gaz dans lequel prédominait tantôt le fluor, tantôt le peroxyde d'azote.

D'autre part, nous avons liquéfié du fluor sur du peroxyde d'azote solide, puis nous avons laissé l'appareil en verre qui contenait le mélange revenir lentement à la température ordinaire. Pendant ce réchauffement, le fluor s'est dégagé tout d'abord, puis le peroxyde d'azote s'est liquéfié, a repris l'état gazeux et s'est dégagé ensuite en conservant toutes ses propriétés.

Nous avons varié la forme de cette expérience et les résultats ont toujours été concordants. Le fluor n'a pas d'action sur le peroxyde d'azote à la température ordinaire.

Action du fluor sur l'oxyde azoteux. — Lorsque, dans une éprouvette contenant du fluor, sur la cuve à mercure, on fait arriver de l'oxyde azoteux, il ne se produit aucune réaction soit à la lumière diffuse, soit à la lumière solaire. L'expérience peut être continuée pendant 48 heures, le résultat est le même. Si l'on agite ensuite le mélange gazeux avec du mercure, tout le fluor est absorbé et le volume d'oxyde azoteux, introduit dans l'expérience, se retrouve avec toutes ses propriétés. L'analyse eudiométrique a démontré que sa composition n'avait pas varié.

Action de la chaleur sur le mélange de fluor et d'oxyde azoteux. — Nous avons utilisé, dans cette étude, la chambre à réaction en verre dont nous avons parlé précédemment, et, pour élever la température du mélange gazeux, nous avons placé une spirale de platine devant l'ouverture du tube abducteur qui amenait le fluor. Cette spirale de platine pouvait être portée à une température plus ou moins élevée, mesurée à l'avance au moyen d'un courant électrique d'intensité déterminée. Aussitôt que la

---

[1] Berthelot, *Formation thermique de l'ozone* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. X, 1877, p. 162).

température du platine atteint 400°, le fluor attaque ce métal et donne du fluorure de platine, mais sans qu'il y ait combinaison de l'oxyde azoteux et du fluor. De même le mélange gazeux d'oxyde azoteux et de fluor, chauffé au rouge sombre dans une cloche courbe en verre de Bohême, nous a fourni du fluorure de silicium et de l'oxygène sans que le volume d'oxyde azoteux ait été modifié.

Action de l'étincelle d'induction sur un mélange de fluor et d'oxyde azoteux. — Dans un tube de verre, dont la paroi donne passage à deux fils de platine, nous avons introduit $9^{cm^3},4$ d'oxyde azoteux et $10^{cm^3},1$ de fluor. On a fait jaillir ensuite l'étincelle et, tout d'abord, nous avons constaté, autour des fils de platine, d'abondantes fumées blanches, puis, peu à peu, le gaz a pris la couleur des vapeurs nitreuses. Sous la double action du fluor et des vapeurs nitreuses, en présence de l'étincelle d'induction, le mercure s'attaque rapidement et sa surface se recouvre d'un enduit blanc. Grâce à l'élévation de température, le verre est, de même, légèrement attaqué. Après avoir fait passer l'étincelle d'une façon intermittente pendant 15 minutes, nous avons procédé à l'analyse du gaz. Après agitation avec le mercure, il est resté $11^{cm^3},9$. Une goutte d'eau, introduite dans le mélange, s'est recouverte d'un léger voile de silice en même temps que le volume est ramené à $11^{cm^3},8$. Enfin, après le traitement par le pyrogallate de potassium, il ne nous est resté que $5^{cm^3},91$ d'un mélange gazeux d'azote et d'oxyde azoteux. Sous l'action de l'étincelle d'induction, le fluor réagit sur l'oxyde azoteux et il se produit une réaction complexe; les composés formés sont fixés par le mercure et nous n'avons obtenu aucun composé fluoré de l'azote.

Action du fluor sur l'oxyde azotique. — Si, dans une éprouvette remplie d'oxyde azotique sur la cuve à mercure, nous faisons arriver, lentement, du gaz fluor, ce dernier entre en combinaison avec production d'une flamme de couleur jaune pâle. Les produits de la réaction sont aussitôt absorbés par le mercure et l'on observe une forte contraction.

Action du fluor sur l'oxyde azotique en excès. — Pour réaliser cette expérience, nous avons employé la chambre à réaction en verre, décrite précédemment, que nous avons fait suivre de deux petits condensateurs disposés dans des vases de Dewar et d'un tube horizontal à ampoules de verre séparées par des étranglements. Les différents raccords de cet appareil, tout en verre, étaient formés par des tubes à frottement doux, dont l'espace annulaire était fermé par de la paraffine, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

L'appareil étant rempli d'oxyde azotique absolument sec, nous faisions

arriver le courant de fluor pur par le petit tube abducteur en platine. Il se produit une combinaison immédiate rendue manifeste par l'apparition d'une petite flamme peu visible à l'extrémité du tube de platine. Des vapeurs lourdes se produisent qui se condensent en un enduit blanchâtre sur la paroi de verre, et l'atmosphère de la chambre à réaction se colore en rouge orangé par suite de la formation de vapeurs de peroxyde d'azote. Dans les tubes à condensation refroidis à $-80°$, il se dépose un corps solide de couleur bleue et, à l'extrémité de la série d'ampoules, il se dégage un gaz produisant au contact de l'air des vapeurs rutilantes. On maintient l'arrivée de l'oxyde azotique et du fluor et, après une heure de marche, on termine l'expérience. On scelle les diverses ampoules et on les remplace par un nouveau tube, en même temps que l'on sort les récipients des mélanges réfrigérants contenus dans les tubes de Dewar. Les corps solides, condensés à $-80°$, reprennent l'état gazeux, emplissent les nouvelles ampoules qui, finalement, sont scellées par un trait de chalumeau. Les produits gazeux des deux séries d'ampoules, ainsi que le gaz de la chambre à réaction, sont analysés.

Les parties les plus volatiles, recueillies pendant l'expérience, ne renfermaient aucun composé fluoré, mais un mélange d'azote et d'oxyde azotique, ce dernier ayant échappé à la réaction. Les proportions relatives des deux gaz ne présentaient aucune constance. Les ampoules provenant de la volatilisation du corps bleu condensé à $-80°$ possédaient la coloration des vapeurs nitreuses. L'analyse nous a démontré que ce produit était formé d'un mélange de peroxyde d'azote et d'oxyde azotique dans lequel dominait ce dernier gaz. Le gaz de la chambre à réaction contenait un mélange de peroxyde d'azote, d'oxyde azotique et d'azote. Enfin, le produit solide condensé dans la chambre à réaction renferme du fluor, du platine et des composés nitreux. Il n'est pas homogène et varie d'une expérience à l'autre, il se décompose au contact de l'eau en donnant l'odeur pénétrante de l'ozone.

Le fluor, réagissant sur un excès d'oxyde azotique, ne fournit donc pas de composé fluoré volatil. La chaleur, dégagée dans la réaction, décompose l'oxyde azotique en azote et oxygène et ce dernier gaz, réagissant sur l'excès d'oxyde azotique, produit du peroxyde d'azote.

Action de l'oxyde azotique sur le fluor en excès. — Nous avons utilisé le même dispositif, en ayant soin d'emplir tout d'abord l'appareil de verre bien sec de gaz fluor. L'oxyde azotique était amené par un tube abducteur en platine, très lentement, de façon à maintenir toujours un excès de fluor. La

combinaison se produit encore avec une flamme blafarde, mais on n'observe plus la production de vapeurs nitreuses. Pour éviter l'attaque des parois de verre de la chambre à réaction, on la refroidit au moyen d'oxygène liquide dont le point d'ébullition est inférieur au point de liquéfaction du fluor.

Dès le début de la réaction, il se condense, sur la paroi de verre, un corps solide blanc d'aspect neigeux, tandis qu'à l'extrémité de l'appareil il se dégage constamment du fluor. Lorsque la quantité du corps solide blanc paraît suffisante, on fait cesser l'arrivée des gaz et l'on refroidit les deux petits condensateurs à — 80°, grâce à un mélange d'anhydride carbonique et d'acétone. On enlève ensuite l'oxygène liquide qui entoure la chambre à réaction, puis on laisse la température de cette dernière s'élever lentement.

Le corps solide blanc, qui s'est produit dans cette réaction, ne tarde pas à se transformer en un liquide incolore qui se vaporise facilement. En même temps, on voit se condenser, dans le tube refroidi à — 80°, un autre liquide incolore, tandis qu'il se dégage à l'extrémité du tube à ampoules un gaz possédant les propriétés actives du fluor. On scelle les ampoules pour recueillir une partie de ce gaz. Enfin, le composé liquide à — 80° est volatilisé, à son tour, puis recueilli dans une nouvelle série d'ampoules qui permettent de procéder à l'étude de ses propriétés. Ce composé gazeux renferme de l'azote, du fluor et de l'oxygène.

Nous reviendrons prochainement sur l'étude de ses propriétés.

ASTRONOMIE. — *Les ombres mouvantes de l'éclipse totale de Soleil du* 12 *mai* 1706. Note de M. G. **Rayet**.

L'éclipse totale de Soleil du 29-30 août prochain donne une sorte d'actualité aux descriptions anciennes des phénomènes accessoires qui accompagnent la totalité. A ce point de vue je voudrais signaler aux astronomes la Note suivante relative aux ombres mouvantes de l'éclipse totale du 12 mai 1706 :

« J'étais à Narbonne le 12 mai 1706, jour de l'éclipse de Soleil qui y fut totale. Je n'étais âgé que de neuf ans, mais mon père, qui était fort curieux de ces choses-là, me fit remarquer tout ce qui se passait. Ce qui m'est resté le plus présent à l'imagination ce fut un accident qui m'inspira beaucoup de crainte. Un peu avant que le Soleil ne commença à se dégager, m'étant tourné du côté du Nord, je vis la face d'une maison, éloignée de nous d'environ 20 pas, agitée, en apparence, comme l'est la surface d'une large rivière lorsqu'un grand vent y souffle dans la direction opposée à son cours. La crainte que cette maison ne tombât me fit écrier. Mon père me rassura en me faisant

observer de grandes ondulations d'ombre et de lumière pasle, qui se peignoient sur le mur, et y produisoient cette apparence d'agitation. Ces ondulations, autant que je peux m'en souvenir, avoient une direction oblique faisant avec l'horizon un angle obtus, du côté du couchant.

» C'est ce que j'ai l'honneur de certifier à la réquisition du très célèbre astronome M. Delisle. A Paris, ce 18 août 1765.

» De Joly,
» Adjoint-conseiller de M. le duc d'Orléans. »

La description que M. de Joly donne du phénomène des ombres mouvantes est vraiment remarquable; elle est écrite sur un papier tout jauni que j'ai trouvé intercalé dans le volume de Delisle intitulé : *Mémoires pour servir à l'histoire et aux progrès de l'Astronomie, de la Géographie et de la Physique* (Pétersbourg, 1738), et au milieu des pages qui se rapportent aux expériences de diffraction derrière les corps opaques, longuement poursuivies, en 1717, par le célèbre géographe dans son logement de la rue Taranne.

L'exemplaire de ce volume, qui m'appartient depuis longtemps, est précisément celui que Delisle conservait dans sa propre bibliothèque; il porte en effet des annotations écrites de sa main, ou de celles de son secrétaire, ainsi que cela résulte d'une comparaison des écritures avec les manuscrits de Delisle qui sont conservés à l'Observatoire de Paris.

La Note de M. de Joly serait-elle l'ancienne observation des ombres mobiles qu'Arago (*Notice sur les éclipses*, p. 231) disait avoir trouvée dans les anciennes collections académiques et qui, suivant lui, constituait le seul document sur ces ombres antérieur aux observations de 1842?

De M. de Joly je ne sais qu'une chose c'est qu'il habitait rue Laharpe et était relativement voisin de Delisle.

M. Bigourdan fait hommage à l'Académie d'une Brochure sur *Les Éclipses de Soleil.*

M. Bertin fait hommage à l'Académie d'une Note *Sur la position du centre de résistance latérale.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Dix années d'observations météorologiques, à Sèvres (Seine-et-Oise), de* 1892 *à* 1901, par G. Eiffel.

2° *Études pratiques de Météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey pour l'année* 1903.

3° *Les observations courantes en Météorologie,* Conférence faite à la Société astronomique de France, par G. Eiffel.

4° *Système silurien du centre de la Bohême,* par Joachim Barrande, Ire Partie : *Recherches paléontologiques.* Vol. IV : *Gastéropodes,* par le Dr Jaroslav Perner. Tome Ier.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une solution du problème de Monge relatif à l'équation* $f(dx_1, dx_2, \ldots, dx_n) = 0$ *à coefficients variables.* Note de M. **M. Bottasso**, présentée par M. E. Picard.

1. Il s'agit de trouver, sans aucune quadrature, les fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_{n+1}$ d'un paramètre qui satisfont à l'équation différentielle

$$(1)\quad f(x_1, \ldots, x_{n+1}, q_2, \ldots, q_{n+1}) = 0, \qquad q_j = \frac{dx_j}{dx_1} \quad (j = 2, 3, \ldots, n+1).$$

Monge (*Mém. de l'Acad.*, 1784) a donné la solution pour $n = 2$. M. J. Serret (*Journ. de Liouville,* 1848) a résolu le problème lorsque (1) se réduit à l'expression de l'élément linéaire de notre espace. De nouvelles et élégantes formules pour ce cas ont été données par M. Darboux (*Journ. de Liouville,* 1887), avec la méthode pour trouver la solution lorsque (1) se réduit à une relation à coefficients constants en $q_2, \ldots, q_{n+1}$. Pour le cas le plus général on doit, tout récemment, à M. Zervos (*Comptes rendus* du 10 avril 1905) un système de $n+1$ équations (dont $n-2$ différentielles linéaires) nécessaires et suffisantes, auxquelles les fonctions $x_1, \ldots, x_{n+1}$ doivent satisfaire. M. Zervos est parti de l'intégrale complète $V = 0$ de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$(2)\quad F(x_1, \ldots, x_{n+1}, p_1, \ldots, p_n) = 0, \qquad p_i = \frac{\partial x_{n+1}}{\partial x_i} \quad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

qu'on obtient, en éliminant les $q_2, \ldots, q_{n+1}$ entre (1) et les relations

$$-\frac{q_2 Q_2 + \ldots + q_{n+1} Q_{n+1}}{p_1} = \frac{Q_2}{p_2} = \ldots = \frac{Q_n}{p_n} = \frac{Q_{n+1}}{-1},$$
$$Q_j = \frac{\partial f}{\partial q_j} \qquad (j = 2, 3, \ldots, n+1).$$

C'est en m'inspirant de cette Note que j'ai obtenu ma méthode pour la résolution du problème *dans le cas général.*

2. J'ai d'abord montré que le problème (ainsi que pour $n = 2$) est équivalent à trouver, sans aucune quadrature, toutes les *lignes intégrales* (ou enveloppes de caractéristiques) de (2) avec l'équation $V = 0$.

Ensuite, d'une proposition générale que j'ai établie sur la théorie des enveloppes dans un hyperespace, j'ai déduit les théorèmes :

Pour qu'une suite Σ simplement infinie de caractéristiques de (2), *admette une enveloppe, en dehors de l'intégrale singulière, il* faut *et* suffit *qu'une des conditions suivantes soit remplie :*

I. *Que les équations*

$$(3) \qquad V(x_1, \ldots, x_{n+1}, a_1, \ldots, a_n) = 0, \qquad \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial V}{\partial a_i} a'_i = 0,$$

$$(4) \quad \frac{\partial V}{\partial a_i} b_h + \frac{\partial V}{\partial a_h} = 0, \quad b'_h + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial}{\partial a_i}\left(\frac{\partial V}{\partial a_h} : \frac{\partial V}{\partial a_i}\right) a'_i = 0, \quad (h = 2, 3, \ldots, n-1)$$

soient à la fois vérifiées pour les valeurs $a_i(t)$ et $b_h(t)$, définissant Σ, pourvu que ces valeurs ne vérifient pas identiquement, quel que soit t, toutes les n équations de la première colonne [1].

II. *Que Σ appartienne à une intégrale générale, sans appartenir à aucune intégrale complète de* (2).

III. *Que Σ appartienne à $n-1$ intégrales générales $\Pi_s (s = 0, 1, \ldots, n-2)$, chacune obtenue par l'élimination des a_i entre les équations*

$$V = 0, \qquad \varphi_s(a_1, \ldots, a_n) = 0, \qquad \frac{D(V, \varphi_s)}{D(a_1, a_h)} = 0 \qquad (h = 2, 3, \ldots, n);$$

où les $\varphi_s = 0$ sont, dans l'espace $a_1, \ldots, a_n$, $n-1$ hypersurfaces qui se raccordent tout le long de la ligne image des valeurs a_i définissant Σ, et pas ailleurs.

---

[1] L'ensemble de ces formules (3) et (4), duquel on va déduire le résultat, n'est autre, au fond, que celui de M. Zervos.

3. Si les $\varphi_s = 0$ vérifient cette dernière condition pour une suite Γ_1 de valeurs des a_i, simplement infinie, et si, pour simplifier, l'on suppose qu'elles ne soient à la fois satisfaites que pour une autre suite simple Γ_2, suivant laquelle $\varphi_0 = 0$ et $\varphi_1 = 0$, par exemple, ne sont pas raccordées; j'ai montré qu'on trouvera les expressions $x_i(a_1)$ des coordonnées d'une courbe intégrale de (2), en résolvant, par rapport aux x_i, après l'élimination des $a_2, \ldots, a_n$, les équations

$$V = 0, \quad \varphi_s = 0 \quad (s = 0, 1, \ldots, n-2); \quad \frac{D(V, \varphi_0)}{D(a_1, a_h)} = 0, \quad (h = 2, 3, \ldots, n);$$

$$\frac{D\left[\frac{D(V, \varphi_0)}{D(a_1, a_2)}, \ldots, \frac{D(V, \varphi_0)}{D(a_1, a_n)}, \varphi_0 + \lambda\varphi_1\right]}{D(a_1, \ldots, a_{n-1}, a_n)} = 0,$$

et posant enfin dans les expressions trouvées $\lambda = 0$. Lorsque Γ_2 n'existe pas, on peut poser $\lambda = 0$, avant toute résolution.

4. D'après les théorèmes II et III, la résolution du problème proposé s'obtiendra en cherchant l'enveloppe d'une suite Σ de caractéristiques, simplement infinie et arbitraire, qui appartient à une intégrale générale quelconque Π_0 du type indiqué. Pour le n° 3 cette résolution se ramène à trouver $n-2$ fonctions $\varphi_m(a_1, \ldots, a_n)$ $(m = 1, 2, \ldots, n-2)$ telles que les hypersurfaces $\varphi_s = 0$ $(s = 0, 1, \ldots, n-2)$ soient raccordées tout le long d'une suite simplement infinie Γ_1 arbitraire (parmi celles qui vérifient l'équation donnée, quelconque, $\varphi_0 = 0$), et ne soient pas à la fois vérifiées, en dehors de Γ_1, que pour une autre suite simplement infinie Γ_2, suivant laquelle deux, parmi ces $\varphi_s = 0$, ne se raccordent pas.

5. Pour indiquer une marche générale dans la résolution de cette dernière question, je suppose la suite Γ_1 donnée comme l'ensemble de toutes les valeurs vérifiant à la fois les $n-1$ relations indépendantes

$$\varphi_0(a_1, \ldots, a_n) = 0, \qquad \chi_r(a_1, \ldots, a_n) = 0 \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-2).$$

De plus, pour simplifier, j'admettrai (ce sera, du reste, le cas général) qu'il existe dans Γ_1 un groupe $a_1^0, \ldots, a_n^0$ pour lequel on ait

$$\left(\frac{\partial\varphi_0}{\partial a_j}\right)_0 \neq 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, n-1).$$

On pourra alors trouver une des fonctions φ_m comme le premier membre de l'équation que l'on obtient en éliminant $\alpha_1, \ldots, \alpha_{n-1}$, entre les équa-

tions

$$\varphi_0(a_1, \ldots, a_0) = \varphi_0(\xi_{k1}, \ldots, \xi_{kn}), \qquad \chi_r(a_1, \ldots, a_n) = \chi_r(\xi_{k1}, \ldots, \xi_{kn})$$
$$(r = 1, 2, \ldots, n-2),$$

ayant posé

$$\xi_{kn} = a_n^0, \qquad \xi_{kn-1} = \sum_{h=1}^{n-1} \left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial a_h}\right)_0 \frac{\alpha_r^k - \alpha_{0r}^k}{k \alpha_{0r}^{k-1}} + a_{n-1}^0, \qquad \xi_{kr} = \left(\frac{\partial \varphi_0}{\partial a_{n-1}}\right)_0 \frac{\alpha_{0r}^k - \alpha_r^k}{k \alpha_{0r}^{k-1}} + a_r^0$$
$$(r = 1, 2, \ldots, n-2),$$

où les α_{0r} sont des constantes différentes de zéro, k un entier positif, et les a_i^0 (avec la restriction posée ci-dessus) vérifient les équations

$$\varphi_0(a_1^0, \ldots, a_n^0) = 0, \qquad \chi_r(a_1^0, \ldots, a_n^0) = 0 \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-2).$$

Il suffira, en général, de prendre $k = 1, 2, \ldots, n-2$ pour obtenir les $\varphi_m = 0$, vérifiant, avec la $\varphi_0 = 0$, toutes les conditions.

Les $\varphi_0(a_1, \ldots, a_n)$, $\chi_r(a_1, \ldots, a_n)$ sont essentiellement les $n-1$ fonctions arbitraires qui entrent (ainsi qu'il était nécessaire) dans la résolution que nous venons d'indiquer pour le problème proposé.

ÉLECTRICITÉ. — *La mesure de la capacité des longs câbles sous-marins.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. H. Becquerel.

J'ai eu l'occasion, depuis quelques mois, d'expérimenter une nouvelle méthode pour mesurer la capacité des câbles sous-marins. Cette méthode paraît susceptible de donner des résultats plus précis que celles qui sont généralement employées. Elle consiste essentiellement à charger en même temps que le câble un condensateur placé en cascade et de capacité connue. La capacité du câble se déduit de la charge prise par le condensateur. Le dispositif expérimental est fort simple et les calculs n'offrent aucune difficulté.

Soient respectivement C et X les capacités du condensateur et du câble, E le potentiel de la pile d'essai, V celui de l'armature commune, on a, en exprimant que les charges prises sont égales,

$$\text{(A)} \qquad C(E - V) = XV.$$

Si l'on sépare le condensateur et qu'on mette à la terre la face qui était au potentiel

V, il prendra un complément de charge

$$Q_1 = CV,$$

qu'on mesurera sans difficulté avec un galvanomètre balistique.

Avec la pile seule, le condensateur prend une charge

$$Q_2 = CE$$

qu'on mesure de la même façon, et la capacité X du câble est finalement donnée par la formule

$$X = C\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}.$$

La méthode est fort commode, les nombres obtenus dans différentes séries de mesures concordent bien entre eux, ce qui garantit l'exactitude des résultats. Pour le câble récemment posé de Brest à Dakar, on a toujours obtenu, malgré la différence des conditions expérimentales, des valeurs comprises entre 1085,8 et 1087,4 microfarads.

Cette précision paraît due à deux causes : la rapidité de la charge et l'élimination des phénomènes parasites tels que les courants telluriques et les charges résiduelles du diélectrique.

On sait, en effet, que la durée de la charge d'un câble est fonction de sa *constante de temps* (produit de la capacité par la résistance). Cette constante est de 6 à 8 secondes pour les grands câbles. Si le câble est mis en relation directe avec une pile, le calcul montre que le temps de charge est égal à 3 fois la constante de temps; il dure donc près d'une demi-minute. Ce temps est réduit au quart, quand on place, comme dans le cas présent, un condensateur en cascade devant le câble. Il en résulte que la mesure est beaucoup moins troublée par les quelques pertes qui peuvent provenir, soit de l'imperfection de l'installation, soit de légers défauts d'isolement du câble lui-même.

Quant aux courants telluriques et aux charges résiduelles, ces divers phénomènes ont pour effet d'ajouter une charge positive ou négative à celle du câble. L'équation (A) doit donc être complétée par un terme ε qui s'introduit dans le deuxième membre. Le potentiel V de l'armature interne sera différent suivant qu'on emploiera le pôle positif ou le pôle négatif de la pile, et l'on aura les deux relations

$$C(E - V_p) = XV_p + \varepsilon,$$
$$C(E - V_n) = XV_n - \varepsilon,$$

qui, ajoutées, conduiront aux mêmes calculs que la relation (A).

Il suffira, en somme, de prendre pour Q, la moyenne des nombres obtenus en positif et en négatif.

On pourra aussi opérer d'une façon un peu différente et plus commode pour estimer l'importance du terme ε et suivre sa variation. Il suffira de faire une mesure de Q,

d'abord sans la pile, puis avec la pile et d'ajouter algébriquement les deux résultats, le premier étant dû aux phénomènes parasites seuls, le second étant la somme de ces phénomènes et de la charge régulière par la pile.

Tout ceci suppose, il est vrai, la constance de la valeur ε pendant les quelques secondes que durent les mesures; mais cette hypothèse a été reconnue généralement exacte, si l'on prend soin d'opérer les différentes charges pendant des temps égaux.

La méthode est encore bonne dans des cas où celles qui sont actuellement connues seraient inapplicables. Ainsi, il a été possible de mesurer très exactement la capacité d'un câble reliant la France à l'Amérique du Nord malgré la présence d'un grave défaut d'isolement. En effet, l'application préalable d'une forte pile positive avait développé, comme il arrive toujours en pareille circonstance, une polarisation assez forte au point défectueux; cette polarisation joue un rôle analogue à celui d'une charge résiduelle, et l'on retombe dans le cas général. Ce fait est d'une grande importance. Il permet de déterminer le point de rupture d'un câble, dans le cas où le conducteur est en mauvaise communication électrique avec l'eau de la mer, circonstance dans laquelle les méthodes fondées sur la mesure de la résistance du cuivre ne donnent que des résultats incertains.

La précision des résultats obtenus a permis de reconnaître que la capacité des câbles posés est supérieure de 3 à 4 pour 100 à celle qui a été mesurée en usine. Ce phénomène, qui avait déjà été pressenti, paraît nettement établi, et semble dû à une diminution d'épaisseur du diélectrique causée par les énormes pressions auxquelles il est soumis au fond des mers.

La méthode se prête commodément à une vérification de la théorie mathématique, car elle permet de mesurer à différentes époques le potentiel à l'origine du câble et de le comparer avec le nombre donné par le calcul. J'ai pu ainsi constater que la valeur calculée est un peu plus grande. Il est probable que la résistance intérieure de la pile et la pénétration de la charge dans le diélectrique, dont on ne tient pas compte, sont la cause de cette divergence.

Enfin j'ai remarqué que l'influence des courants telluriques est généralement négligeable, alors même que l'observation directe montre qu'ils sont importants et rapidement variables. Ceci semble prouver que les variations du potentiel sont lentes et peu considérables sur la plus grande partie du câble qui se trouve immergé dans les grandes profondeurs et que, par conséquent, ces variations sont surtout locales et superficielles.

THERMOÉLECTRICITÉ. — *Pouvoir thermoélectrique et effet Thomson.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

Lorsque deux sections d'un fil métallique sont maintenues à des températures différentes θ et θ_0, $\theta > \theta_0$, et qu'on fait passer un courant électrique dans ce fil, on peut mettre en évidence l'effet Thomson. Nous ignorons la nature des phénomènes produisant cet effet, mais nous savons que cet effet est proportionnel à l'intensité du courant et qu'il change de signe par un renversement du courant. Nous admettons que les phénomènes qui se produisent sont réversibles dans les conditions de réversibilité du courant électrique.

On peut comparer ces phénomènes réversibles se produisant dans un fil entre des sections θ, $\theta + d\theta$, $\theta + 2d\theta$, ..., par le passage de 1 coulomb à ceux dont seraient le siège des machines de Carnot identiques fonctionnant entre les mêmes températures et utilisant, par suite, la chute d'une quantité constante, s, d'entropie. Le rendement de toutes ces machines étant indépendant de leur nature, les phénomènes accompagnant le passage de 1 coulomb entre deux sections de température θ et θ_0 transforment en énergie électrique une quantité de chaleur $s(\theta - \theta_0)$ ou réciproquement, ε étant le potentiel de l'énergie électrique, $\frac{d\varepsilon}{d\theta}$, positif ou négatif, est une constante caractéristique de chaque conducteur, c'est le coefficient de l'effet Thomson dans ce conducteur.

Les soudures d'un élément thermoélectrique formé de deux métaux A et B étant à des températures θ et θ_0, q étant la chaleur absorbée à la soudure chaude θ, q_0 celle rendue à la soudure froide θ_0, quand l'élément fonctionne en abandonnant de l'énergie dans un circuit extérieur, le courant allant dans A de la soudure θ_0 à la soudure θ, j'ai pu établir [1] l'expression de la force électromotrice e de cet élément en posant

$$\frac{d\varepsilon}{d\theta_A} - \frac{d\varepsilon}{d\theta_B} = B.$$

On en tire

$$\frac{de}{d\theta} = \frac{q}{\theta}, \tag{1}$$

$$\frac{de}{d\theta_0} = -\frac{q_0}{\theta_0}, \tag{2}$$

[1] *Comptes rendus*, 27 octobre 1902.

et

$$(3) \qquad \frac{q}{\theta} = C - B \log \theta,$$

$$(4) \qquad \frac{q_0}{\theta_0} = C - B \log \theta_0.$$

Si l'on considère θ_0 aussi rapproché que possible du zéro absolu et θ croissant à partir de θ_0, $\frac{de}{d\theta}$ est positif par définition, d'où (1) $\frac{q}{\theta}$ est positif; $\frac{de}{d\theta_0}$ négatif et $\frac{q_0}{\theta_0}$ positif.

C a une valeur finie; la relation (4) indique que $\frac{q_0}{\theta_0}$, positif, croît indéfiniment quand θ_0 tend vers zéro, cela exige que B *soit positif.*

$$\frac{dq}{d\theta} = C - B - B \log \theta; \qquad \frac{d^2 q}{d\theta^2} = -\frac{B}{\theta},$$

par conséquent, à une température θ telle que

$$\log \theta = \frac{C - B}{B},$$

q passe par un maximum. Il devient égal à zéro à une température θ_n (point neutre) telle que

$$\log \theta_n = \frac{C}{B},$$

puis devient négatif.

La force électromotrice $e = q + B(\theta - \theta_0) - q_0$ passe par un maximum quand $q = 0$ (1), et change de signe (point d'inversion correspondant à θ_0) quand les valeurs q et q_0 réunies atteignent la valeur $B(\theta - \theta_0)$.

Cela posé, considérons de gauche à droite une chaîne de métaux, à une température θ inférieure à celle du point neutre le plus bas d'un couple quelconque formé par deux métaux consécutifs, ces métaux étant disposés dans un ordre tel qu'un courant électrique absorbe de la chaleur en passant d'un métal à celui qui est à sa droite, *q étant positif*, B *est également positif;* or, $\frac{q}{\theta} = \frac{de}{d\theta}$ est ce qu'on a appelé le *pouvoir thermoélectrique*, à la température θ, d'un métal par rapport à celui qui est à sa droite; B est l'excès de la valeur du coefficient de l'effet Thomson dans un métal sur la valeur de ce coefficient dans le métal suivant; donc, *avec la condition de température énoncée plus haut, le classement des métaux d'après la valeur décroissante du coefficient de l'effet Thomson est celui dans lequel le pouvoir thermoélectrique d'un métal par rapport au suivant est positif.*

On pourrait ajouter que le pouvoir thermoélectrique d'un métal par

rapport à celui qui termine la liste et l'excès de son coefficient de Thomson sur celui de ce dernier vont constamment en décroissant d'un métal au suivant.

Rosing (¹) ayant déterminé expérimentalement le coefficient de l'effet Thomson, et considérant les résultats connus sur le pouvoir thermoélectrique de couples de métaux (Tables de Tait), a formulé une remarque presque identique à la loi énoncée ci-dessus en signalant des exceptions.

Si, d'ailleurs, on compare la liste des métaux établie par Mathiessen d'après leur pouvoir thermoélectrique rapporté au plomb à la liste des métaux donnée par M. Le Roux, d'après la grandeur du coefficient de Thomson, on ne trouve pas non plus entre elles une concordance absolue. Le raisonnement par lequel j'ai établi la loi précédente montre qu'elle n'est rigoureusement vraie que dans une condition bien définie de la température, condition qui n'est pas remplie dans les comparaisons précédentes.

MAGNÉTISME. — *La pyrrhotine, ferromagnétique dans le plan magnétique et paramagnétique perpendiculairement à ce plan.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

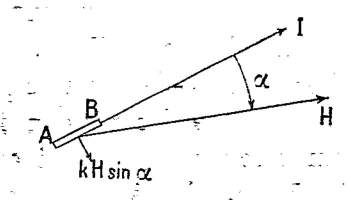
Les expériences déjà anciennes, au moyen desquelles la propriété du plan magnétique de la pyrrhotine a été établie, ont été faites dans des champs relativement faibles de quelques centaines d'unités. Elles consistaient dans la mesure du courant induit dans une bobine placée dans le champ d'un électro-aimant, lorsqu'on y introduit la pyrrhotine, le plan magnétique perpendiculaire au champ.

Reprise avec un champ de 10 000 gauss cette méthode a donné des résultats très irréguliers. J'ai trouvé ainsi une aimantation perpendiculaire au plan magnétique souvent très notable, allant de 9 à 16 pour 100 de l'aimantation parallèle au plan. Mais des causes d'erreur, telles que les défauts d'orientation, la présence possible d'impuretés magnétiques, l'influence difficile à analyser de la non-uniformité du champ, m'empêchèrent d'attribuer une portée décisive à ces expériences.

Une méthode meilleure s'est présentée d'elle-même lorsque j'ai employé la mesure du couple exercé sur la substance à la détermination de la composante de l'aimantation

(¹) *Journal de Physique*, 1900, p. 55.

parallèle au champ. Supposons que la substance possède dans la direction perpendiculaire au plan magnétique une faible susceptibilité K. Soit AB le plan magnétique, vertical, de la substance suspendue à un fil de torsion dans le champ H, horizontal, d'un fort électro-aimant, faisant un angle α avec AB. Le couple exercé sur la substance sera



$H(I - KH \cos\alpha) \sin\alpha$, et, puisque K est petit, avec une approximation suffisante, si $\alpha = 10^\circ$, $\cos\alpha = 1$. Comme H et α sont connus, cette mesure donne $I - KH$, c'est-à-dire, si AB est aimanté à saturation, au lieu de l'intensité d'aimantation à saturation I_M, une aimantation apparente $I_M - KH$, d'autant plus petite que H est plus grand. Si K est constant, la saturation apparente décroît linéairement et la rapidité de sa décroissance donne la grandeur de K. Suivant que l'on trouve une saturation apparente constante ou décroissante, le plan magnétique sera, par conséquent, rigoureux ou non. Si la saturation n'est pas tout à fait atteinte, comme cela arrive pour les cristaux de pyrrhotine complexes dont deux des éléments au moins ne se présentent pas dans la direction de facile aimantation, on observe la différence entre l'accroissement de I et celui de KH. Cette différence peut être voisine de zéro et donner l'illusion d'une saturation apparente constante qui inviterait à conclure à $K = 0$. Il faut donc faire la correction des substances parasites dont la direction de facile aimantation n'est pas horizontale. Le Tableau suivant contient les résultats ainsi obtenus.

H.	Aimantation brute.	Saturation apparente de la matière simple.	Saturation corrigée de la susceptibilité normale $K = 314 \times 10^{-6}$.
1992 gauss	53,95 C.G.S.	45,9 C.G.S.	46,5 C.G.S.
4000	55,00	45,6	46,85
7310	55,42	44,94	47,22
10275	54,51	43,7	46,9
11140	54,32	43,6	47,1

On y voit comment les saturations apparentes sont régulièrement décroissantes et comment elles sont rendues constantes, au degré de précision des expériences, dans la dernière colonne, par l'addition de 314×10^{-6} H. Nous devons donc admettre que la susceptibilité normale au plan est 314×10^{-6}. En la ramenant à l'unité de masse par division par la densité du fer dans la pyrrhotine, qui est 1,79, on obtient

$$\chi = 0,000175.$$

Ce nombre multiplié par 56 donne la susceptibilité atomique $\chi a = 0,0098$.

Pour neuf composés ferreux et ferriques, χa est compris entre 0,0127 et

0,0151 [1]. La même quantité, déduite par la loi des variations thermiques du paramagnétisme de Curie, de ses observations sur le fer et la magnétite au-dessus de la température de perte du ferromagnétisme, est

$$\chi a = 0,0074\ (^2).$$

La susceptibilité atomique du fer dans la pyrrhotine, mesurée perpendiculairement au plan magnétique, est donc très voisine de la susceptibilité atomique du fer dans les corps paramagnétiques.

Il convient de lever une objection. Cette susceptibilité n'a été reconnue que grâce à son anisotropie. Une susceptibilité paramagnétique isotrope eût passé inaperçue et doit être recherchée.

Les objections qui rendent suspecte la méthode d'induction pour l'expérience de zéro ci-dessus décrite ne s'appliquent pas à l'expérience analogue pour la mesure de l'intensité d'aimantation à saturation dans le plan magnétique. J'ai trouvé, en unité arbitraire, pour la même substance :

H.	Aimantation brute.	Aimantation de la matière simple.
1450 gauss	44,75	38,4
2945	45,72	38,4
5125	46,78	38,4
5970	47,15	38,5
6980	47,46	38,4

La saturation est donc bien constante, il n'y a plus de susceptibilité paramagnétique superposée aux phénomènes déjà aperçus. Si l'on ne craignait d'attribuer une trop grande importance à la coïncidence numérique des susceptibilités paramagnétiques, reposant sur l'étude, assez exacte il est vrai, d'une seule substance, la dernière colonne de ce Tableau suffirait à montrer que la saturation exclut le paramagnétisme et que, par suite, ces phénomènes dépendent de la même cause profonde.

(1) Du Bois, *Rapports du Congrès international de Physique*, t. II, 1900, p. 496.
(2) Du Bois, *loc. cit.*, p. 494.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur le poids atomique véritable de l'azote.* Note de M. G.-D. HINRICHS.

Les *Comptes rendus* de 1904 contiennent d'importantes déterminations de M. Ph.-A. Guye (¹) sur le poids de l'azote gazeux; les valeurs obtenues s'approchent de 14,00, l'oxygène étant posé 16. Ces valeurs sont incompatibles avec la valeur 14,044 introduite par Stas, laquelle a servi pour la réduction de presque toutes les analyses depuis 40 années. De plus, Stas (²) a accentué l'exactitude de cette valeur et donné une expression numérique de l'impossibilité de la valeur 14,00 : « La valeur de 14,040 est donc possible, puisqu'elle a en sa faveur trois chances sur dix; mais la valeur de 14,030 est déjà extrêmement improbable, et les autres peuvent être considérés comme matériellement impossibles ».

Dans une série de Notes j'ai traité ce sujet [*voir* les *Comptes rendus* (t. CXV, 1892; t. CXVI, CXVII, 1893; t. CXVIII, 1894, et t. CXXX, CXXXI, 1900)]. Dans l'Ouvrage *The true atomic weights* (Saint-Louis, 1894, 256 pages in-8°), la question a été traitée à fond. Les conclusions de cet Ouvrage ont été présentées par feu Schützenberger dans une conférence à la Sorbonne, et cette conférence fait l'ouverture du nouveau Recueil de Friedel : *Les Actualités chimiques* (Paris, 1896, p. 4-17).

Qu'on veuille bien me permettre de renvoyer à ces publications françaises de mes démonstrations dont j'ai conclu que la réduction mathématique introduite par Stas était fautive et a dû lui donner des valeurs erronées pour tous les éléments qu'il a enchaînés par sa méthode de calcul (*voir* notamment *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 695).

Tout mathématicien sait que l'enchaînement de valeurs expérimentales affectées d'erreurs constantes, différentes pour les différentes opérations chimiques, devra donner des résultats inexacts; mais il est regrettable que les chimistes n'aient point voulu comprendre ce fait. Plus on a répété les calculs d'après la méthode de Stas, plus on s'est obstiné sur les résultats naturellement presque identiques, qui sont devenus une sorte de dogme chimique pendant 40 années. La Chimie d'aujourd'hui n'est plus simplement une science expérimentale ou de laboratoire; dans le cas des

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1213, 1494; t. CXXXIX, 1904, p. 679.

(²) J.-S. STAS, *Œuvres complètes*, Bruxelles, t. I, 1894, p. 731. — *Nouvelles recherches* (*Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, t. XXXV, 1865, p. 289. Traduction allemande d'Aronstein, Leipzig, 1867, p. 322).

poids atomiques, le procédé de calcul est de même importance que le procédé expérimental.

Signalons un seul exemple, pris dans la refonte du calcul des poids atomiques de M. F.-W. Clarke (1) : K 38,817; Cl 35,179; KCl 74,025. Ces valeurs se trouvent page 70 de l'ouvrage cité, comme résultat final des réductions mathématiques des plus complètes (ayant égard aux erreurs probables, etc.), mais considérant toutes les déterminations en bloc, enchaînées, comme le faisait Stas lui-même. Il va sans dire que ces résultats ou sont impossibles ou démontrent un changement du poids de la matière par l'acte même de la combinaison chimique; car la valeur trouvée pour KCl diffère de la somme de K et Cl, la dépassant de 0,029, soit $\frac{1}{1000}$ du poids atomique du chlore.

J'ai donc repris la question en 1901 dans mon Ouvrage *Les poids atomiques absolus* (2), dans lequel j'ai donné une exposition complète d'après les méthodes les plus directes; j'ai trouvé le poids atomique de l'azote 14 exactement pour O = 16. Je regrette sincèrement d'avoir répondu dans cet Ouvrage aux critiques de mes travaux antérieurs; j'omettrais toutes ces critiques dans une édition future.

Enfin, il n'est plus question de 14,01 ou de tout autre nombre voisin de 14,000; les déterminations récentes de M. Ph.-A. Guye, comme celles antérieures de M. Leduc et de lord Rayleigh (*Abs. at. weights*, p. 161-167), ne donnent aucun support à l'opinion qu'il y peut exister une fraction tangible (excédant 0,001) à ajouter ou bien à soustraire de la valeur 14 pour obtenir le poids atomique de l'azote, celui de l'oxygène étant posé 16 exactement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de formation d'acétol et d'acide pyruvique par oxydation directe de l'acétone.* Note de M. **Pastureau**, présentée par M. A. Haller.

En oxydant l'acétone au moyen de l'eau oxygénée concentrée, Wölfenstein a obtenu le superoxyde $(C^3H^6O^2)^3$.

Bæyer et Villiger, dans des conditions un peu différentes, ont obtenu le superoxyde $(C^3H^6O^2)^2$.

Par oxydation de l'acétone au moyen de l'eau oxygénée, à 2 pour 100

(1) *A recalculation of the atomic weights* [*Smithsonian Institution*, Washington, 1897 (370 pages in-8°)].

(2) *The absolute atomic weights* (Saint-Louis, 1901, 304 pages in-8°).

de H^2O^2, j'ai obtenu, outre le superoxyde $(C^3H^6O^2)^2$, de l'acétol et de l'acide pyruvique.

Dans un matras de 250^cm³^, on mélange, en refroidissant, 50^cm³^ d'acide sulfurique pur avec 100^cm³^ d'eau oxygénée à 10^vol^ (H^2O^2 : 2 pour 100 en poids). Au mélange refroidi on ajoute 25^cm³^ d'acétone.

Au bout de 3 à 5 minutes il se forme des cristaux de superoxyde-acétone que l'on sépare par filtration.

La liqueur filtrée, exactement neutralisée par le carbonate de soude, est partiellement distillée. L'acétone en excès passe d'abord entre 60° et 80°.

Par entraînement avec la vapeur d'eau, on recueille une liqueur aqueuse odorante, ne renfermant plus trace d'eau oxygénée et contenant de l'acétol.

Le liquide, privé d'acétone et d'acétol, est évaporé à sec au bain-marie. Le résidu est repris par l'alcool absolu bouillant. Par distillation de l'alcool, on recueille le pyruvate de sodium qui est purifié par cristallisation dans l'alcool.

100 parties d'acétone donnent : 21 parties de superoxyde $(C^3H^6O^2)^2$, 33 parties d'acétol $CH^3-CO-CH^2-OH$, 75 parties d'acide pyruvique $CH^3-CO-COOH$.

Remarque. — La réaction est la même si l'on remplace l'acide sulfurique par l'acide azotique, mais elle est beaucoup moins rapide.

Superoxyde. — Les cristaux recueillis, lavés à l'eau distillée, séchés dans le vide, sont purifiés par sublimation à 70°.

J'ai constamment trouvé, pour des cristaux provenant de préparations différentes, 131°,5 comme point de fusion (tube capillaire fermé); Baeyer et Williger ont indiqué 132°-133°.

Outre les réactions signalées par les auteurs, j'ai remarqué que, par hydrogénation à froid, au moyen du mélange, limaille de zinc, limaille de fer, en présence de soude, le superoxyde se transforme en acétone.

L'acide sulfurique au dixième, en tube scellé, à 100°, le transforme quantitativement en acétone.

Par bromuration directe, en tube scellé, à 100°, on obtient un mélange d'acétone tétrabromée et d'acétone pentabromée.

Acétol. — L'acétol a été isolé de la liqueur obtenue comme il est dit plus haut, au moyen de la phénylhydrazine.

Ce corps a été caractérisé par les réactions suivantes :

L'osazone obtenue fond à 145°-148°. Elle est soluble dans l'acide sulfurique concentré en donnant une coloration vert olive, qui passe au bleu et au violet. Ce sont là les caractères de l'osazone du méthylglyoxal.

Mais le corps qui a donné cette osazone n'est pas le méthylglyoxal; c'est bien l'acétol, car le liquide entraîné par la vapeur d'eau est sans action sur la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Il réduit énergiquement à froid la liqueur cupro-alcaline ainsi que l'azotate d'argent ammoniacal; il donne immédiatement à froid un précipité d'iodoforme quand on le traite

par la soude et une solution d'iode dans l'iodure de potassium. Ce sont les réactions propres à l'acétol.

Acide pyruvique. — L'acide pyruvique a été isolé en décomposant par l'acide sulfurique son sel de sodium en solution aqueuse et épuisant à l'éther. Par évaporation de l'éther, on obtient un liquide à odeur acétique, qui se transforme facilement en acide lactique par hydrogénation à l'aide du zinc et de l'acide chlorhydrique.

Le pyruvate de sodium en solution aqueuse fait double décomposition avec l'azotate d'argent. Le sel d'argent, insoluble dans l'eau, a donné à l'analyse :

Ag.............. 55,7 pour 100 Théorie pour $C^3H^3O^3Ag$.... 55,3

Ce sel d'argent, soluble dans l'ammoniaque, est facilement réductible sous l'action de la chaleur.

Le pyruvate de sodium en solution alcaline, traité par l'iode, donne à froid un précipité d'iodoforme.

En étudiant l'action de l'eau oxygénée en solution acide sur d'autres acétones, en particulier sur la diéthylcétone, la méthylpropylcétone, la méthylphénylcétone, j'ai toujours observé la formation de superoxydes-acétones, d'alcools cétoniques et d'acides cétoniques. Je poursuis l'étude de cette réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse.* Note de MM. **Bouveault** et **R. Locquin**, présentée par M. A. Haller.

Il n'existe guère en Chimie organique de matières premières plus abordables que les éthers des acides gras; l'action du sodium sur l'acétate d'éthyle ayant donné naissance à l'acétylacétate d'éthyle, composé d'un extrême intérêt, il était naturel de chercher à généraliser la réaction qui l'avait produit. Les tentatives faites dans ce sens n'ont donné jusqu'ici que des résultats très médiocres, qu'on peut résumer en ces quelques lignes. Tandis que l'acétate d'éthyle se condense presque intégralement au contact du sodium à la température du bain-marie, le propionate exige une température plus élevée et ne fournit le propionylpropionate d'éthyle qu'avec un mauvais rendement. Quant au butyrate d'éthyle et aux éthers des acides plus compliqués, ils réagissent à froid et avec une grande énergie sur le sodium, en dissolvent plus d'un atome par molécule, mais en donnant naissance à des produits sans point d'ébullition fixe et qui n'ont pu être déterminés.

Récemment l'un de nous, en collaboration avec M. Blanc (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1676), montrait que le sodium réagit sur ces éthers, en présence d'alcool absolu, en les transformant en alcools primaires. D'autre part, si l'on projette le sodium dans une solution d'un éther-sel $R - COOC^2H^5$ dans l'oxyde d'éthyle humide, on obtient encore l'alcool $R - CH^2OH$, mais accompagné d'une notable quantité de glycol bisecondaire symétrique $R - CH(OH) - CH(OH) - R$ (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 669).

Le sodium réagissant sur les éthers en présence d'alcool ou d'eau d'une manière extrêmement nette et sans donner lieu à aucune formation de goudrons, il semblait vraisemblable que la réaction du sodium et de l'éther *seuls* devait aussi être nette et que les mauvais résultats obtenus par nos devanciers devaient tenir aux conditions défectueuses dans lesquelles ils avaient opéré.

Nous avons fait porter nos premières recherches sur les butyrate et caproate d'éthyle; ces produits réagissant sur le sodium avec un vif échauffement, nous les avons dilués avec de l'oxyde d'éthyle ou du benzène parfaitement purs et secs, nous avons refroidi la solution avec de la glace et nous y avons ajouté le sodium en fil. La réaction n'est pas immédiate; le métal se recouvre peu à peu d'un enduit blanc, qui se fendille au bout de quelques heures; il se dépose alors une poudre blanche au fond du vase en même temps que la réaction s'accélère et devient tumultueuse, si l'on a mis en réaction plus de 20^g de substance.

On évite cet inconvénient en mettant le sodium en fil (2^{at}) en suspension dans le dissolvant et ajoutant par dixièmes 1^{mol} de butyrate ou de caproate. On attend, avant d'introduire le second dixième, que la réaction se soit déclarée; on place alors le ballon dans la glace, puis on introduit un dixième de molécule toutes les heures. Au bout de la journée, l'introduction est terminée, mais la réaction est encore incomplète; on retire alors le ballon de la glace et on l'abandonne à la température ambiante jusqu'à ce que tout le sodium soit transformé en une poudre blanche ou d'un jaune clair, ce qui a lieu le lendemain dans le cas du butyrate, au bout de 2 ou 3 jours dans celui du caproate.

Nous avons constaté par de nombreuses expériences que 1^{mol} d'éther parfaitement pur et sec transforme en dérivé sodé pulvérulent très exactement 2^{at} de sodium.

Si l'on verse sur de la glace la bouillie cristalline ainsi obtenue, on obtient une solution aqueuse alcaline et une couche éthérée colorée en jaune verdâtre. Cette dernière est décantée, lavée à l'eau et rectifiée dans le vide, après distillation de l'éther au bain-marie.

Dans le cas du butyrate d'éthyle, on obtient, avec un rendement d'environ 80 pour 100, un liquide presque incolore, bouillant à 95° sous 20^{mm}, $d_0^4 = 0,9367$, dont la composition répond à la formule C^4H^8O de l'aldéhyde

butylique. Ce composé est identique à la *butyroïne* $C^8H^{16}O^2$ obtenue par H. Klinger et L. Schmitz (*D. ch. G.*, t. XXIV, p. 1272) dans le traitement par la potasse alcoolique du produit de l'action du sodium sur le chlorure de butyryle.

La formation de la butyroïne s'explique sans peine au moyen des deux équations

$$\begin{matrix} C^3H^7-CO-OC^2H^5 \\ C^3H^7-CO-OC^2H^5 \end{matrix} + 2Na^2 = \begin{matrix} C^3H^7-C-ONa \\ \| \\ C^3H^7-C-ONa \end{matrix} + 2C^2H^5ONa,$$

$$\begin{matrix} C^3H^7-C-ONa \\ \| \\ C^3H^7-C-ONa \end{matrix} + 2C^2H^5ONa + 4H^2O = 4NaOH + 2C^2H^6O + \begin{matrix} C^3H^7-CO \\ | \\ C^3H^7-CH(OH) \end{matrix}.$$

Les seuls produits secondaires de la réaction sont un peu de dibutyryle et une petite quantité d'un liquide bouillant à 155°-157° sous 12^{mm}, $d_0^4 = 0,9398$, provenant de la condensation de 2^{mol} de butyroïne avec perte de 1^{mol} d'eau.

Le dibutyryle est dû à l'oxydation de la butyroïne par l'air en présence des liqueurs alcalines; il a pu en être extrait au moyen de la distillation fractionnée et a été caractérisé par sa dioxime qui fond à 182°-183° en se sublimant. Le caproate d'éthyle s'est comporté comme son homologue inférieur; il a formé par l'action de sodium, comme produit principal, un liquide bouillant à 142° sous 16^{mm}, de formule $C^{12}H^{24}O^2$, que nous avons nommé par analogie *caproïne*, comme produits secondaires le dicaproyle qui bout à 120° sous 10^{mm} et dont la dioxime fond à 181° et un corps provenant de la condensation avec déshydratation de 2^{mol} de caproïne. Ce produit bout à 215°-220° sous 10^{mm}; nous l'appellerons provisoirement *dicaproïne*.

Nos expériences nous permettent d'affirmer que ce mode d'action du sodium sur les éthers est tout à fait général et permettra d'obtenir sans peine les glycols α-bisecondaires et les α-dicétones symétriques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués.* Note de MM. **Fourneau** et **Tiffeneau**, présentée par M. A. Haller.

Les oxydes d'éthylène 1.2 monosubstitués ne peuvent être obtenus aisément qu'à partir des dérivés éthyléniques correspondants.

On les prépare en soumettant les dérivés éthyléniques en présence

d'éther aqueux à l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure en proportions calculées [1] exactement d'après la formule

$$2RCH = CH^2 + HgO + 4I + H^2O = HgI^2 + 2R - CHOH - CH^2I.$$

La liqueur éthérée est filtrée, lavée à l'eau iodurée, séchée au sulfate de soude, puis agitée pendant un jour ou deux avec de la potasse caustique pulvérisée. On filtre, on évapore l'éther et l'on rectifie dans le vide.

Nous avons ainsi préparé avec des rendements atteignant jusqu'à 50 pour 100 de la théorie les oxydes correspondants aux dérivés éthyléniques monosubstitués suivants : styrolène, allylbenzène et estragol. Avec le phénylpropylène, qui est un carbure éthylénique disubstitué symétrique, les rendements sont beaucoup moins bons ; il y a régénération d'une grande partie du carbure.

Oxyde de styrolène [2] : $C^6H^5 - CH\underset{O}{\diagdown\!\!\diagup}CH^2$. — Cet oxyde est un liquide aromatique bouillant vers 84°-88° sous 14^{mm}-15^{mm} et vers 188°-192° à la pression ordinaire. Sa densité à 0° est de 1,067 ; à 24° sa densité est d'environ 1,045.

Distillé lentement à la pression ordinaire même avec un ballon à long col, il ne subit pas, comme l'oxyde de méthoéthénylbenzène, son homologue disubstitué dissymétriquement déjà étudié par l'un de nous [3], la transformation isomérique en aldéhyde phénylacétique ; toutefois cette isomération a lieu assez facilement en présence de métaux catalyseurs [4] vers 200°. Le bisulfite de soude, l'acide sulfureux, l'azotate d'argent et l'oxyde de mercure sont sans action sur cet oxyde ; il en est de même de l'acide sulfurique au cinquième, même à l'ébullition.

Oxyde d'allylbenzène : $C^6H^5 - CH^2 - CH\underset{O}{\diagdown\!\!\diagup}CH^2$. — Cet oxyde bout vers 94°-98° sous 15^{mm}.

---

(1) S'il y a excès de HgO, il se forme un peu d'aldéhyde qui souille l'oxyde d'éthylène et peut fausser, comme cela nous est arrivé au début, les observations ultérieures.

(2) Le composé bouillant à 260° sous 50^{mm} et décrit par Zincke (*Liebig's Annalen*, t. CCXVI, p. 298), comme répondant à l'une des deux formules $C^6H^5 - CH\underset{O}{\diagdown\!\!\diagup}CH^2$ ou $C^{16}H^{16}O^2$, est évidemment un dimère $C^{16}H^{16}O^2$.

(3) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1458.

(4) Nous avons observé que l'oxyde $(C^2H^5)(CH^3)C\underset{O}{\diagdown\!\!\diagup}CH^2$, qui est un oxyde disubstitué dissymétrique, peut également être distillé à la pression ordinaire sans décomposition ; il bout à 82°-83°, $d_0 = 0,843$; mais à 200°, en présence de métaux catalyseurs, il est transformé quantitativement en méthylbutanal

$$CH^3 - CH^2CH(CH^3)CHO.$$

Voir à ce sujet les travaux de Kachirski, Krassouski, Ipatief, clairement exposés dans l'important Mémoire de M. Bouveault sur les aldéhydes [*Bul. Soc. chim.* (3), t. XXXI, p. 1309].

Oxyde d'estragol : $OCH^3 - C^6H^4 - CH^2 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH\text{———}CH^2}$. — Son point d'ébullition est d'environ 153°-156° sous 20mm ; $d_0 = 1,149$.

Oxyde de phénylpropylène : $C^6H^5 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH\text{———}CH} - CH^3$. — Cet oxyde bout vers 90°-95° sous 15mm ; $d_0 = 1,028$. A la pression ordinaire, il bout vers 258°-262° en se transformant partiellement en un composé aldéhydique.

Nous poursuivons ces recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers chloracétiques sur les dérivés halogéno-magnésiens de l'aniline*. Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

J'ai montré, dans une précédente Communication, que les éthers-sels des acides monobasiques réagissent facilement sur les dérivés halogéno-magnésiens des amines aromatiques primaires, en donnant des complexes qui, décomposés par l'eau, fournissent des anilides.

Avec le chloracétate d'éthyle et l'iodure de magnésium phénylamine j'ai obtenu un produit solide, imprégné d'une huile à odeur irritante. Ce composé, qui cristallise dans l'alcool en lamelles blanches, fondant en se décomposant un peu entre 143° et 144°, est l'iodacétanilide dont la formation peut être exprimée par les équations suivantes :

$$\begin{matrix} CO - OC^2H^5 \\ | \\ CH^2Cl \end{matrix} + 2\,Mg\begin{matrix} \diagup NH - C^6H^5 \\ \diagdown I \end{matrix} = Mg\begin{matrix} \diagup OC^2H^5 \\ \diagdown I \end{matrix} + \begin{matrix} \diagup O - MgCl \\ C - NH - C^6H^5 \\ | \diagdown NH - C^6H^5 \\ CH^2I \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \diagup O\,MgCl \\ C - NH - C^6H^5 \\ | \diagdown NH - C^6H^5 + H\,OH \\ CH^2I \end{matrix} = C^6H^5 - NH^2 + Mg\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown Cl \end{matrix} + \begin{matrix} CO - NH - C^6H^5 \\ | \\ CH^2I \end{matrix}$$

On trouve, en effet, du chlore dans les eaux qui ont servi à détruire le complexe magnésien.

Ce résultat anormal m'a engagé à essayer l'action du chloracétate d'éthyle sur l'éthéroiodure de magnésium. J'espérais obtenir ainsi, par double décomposition, l'iodacétate d'éthyle :

$$2CH^2Cl - COO\,C^2H^5 + MgI^2 = Mg\,Cl^2 + 2CH^2I - COO\,C^2H^5.$$

C'est en effet ce qui a eu lieu.

Sur la dissolution éthérée d'iodure de magnésium, obtenue soit en faisant agir l'iode sur le magnésium en présence d'éther, soit par l'action de l'iode sur l'iodure d'éthyle magnésium, le chloracétate d'éthyle réagit énergiquement à froid. Après traitement par l'eau, l'éther décanté, décoloré par agitation avec un peu de mercure, a été chassé par distillation. Il est resté une huile dense, d'odeur irritante, que la vapeur d'eau entraîne en la décomposant partiellement. Ce corps rectifié en présence d'un globule de mercure passe, sous la pression ordinaire, entre 178° et 180°.

La transformation du chloracétate d'éthyle est à peu près complète.

Sur l'iodure de magnésium phénylamine, l'iodacétate d'éthyle ne réagit que faiblement. Le produit de l'opération est une masse goudronneuse qu'imprègne un grand excès d'iodacétate d'éthyle et d'où il ne m'a pas été possible d'extraire un composé défini.

Les faits qui précèdent montrent que l'action du chloracétate d'éthyle sur l'iodure de magnésium phénylamine s'effectue dans deux sens différents : une partie du réactif agit à la fois par sa fonction éther-sel et par son atome de chlore en fournissant le complexe qui, ultérieurement, donnera l'iodacétanilide; l'autre partie agit seulement par son halogène, donne de l'iodacétate d'éthyle qui persiste en nature dans le mélange et plus tard souille le produit solide de l'opération.

Le résultat est tout différent quand on emploie le chloracétate d'éthyle et le bromure de magnésium phénylamine. Il se forme uniquement dans ce cas la chloracétanilide

$$C^6H^5—NH—CO—CH^2Cl.$$

Il était intéressant de chercher comment le dichloracétate et le trichloracétate d'éthyle se comportent vis-à-vis de l'iodure de magnésium phénylamine. J'ai constaté que pour ces corps tout se passe d'une façon normale, les atomes de chlore ne participant pas à la réaction.

Avec le dichloracétate d'éthyle j'ai, en effet, obtenu la dichloracétanilide

$$C^6H^5—NH—CO—CHCl^2,$$

et, avec le trichloracétate d'éthyle, la trichloracétanilide

$$C^6H^5—NH—CO—CCl^3.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés de l'acide azélaïque.* Note de M. A. **Bouchonnet**, présentée par M. H. Moissan.

Les composés dérivés de l'acide azélaïque sont encore peu connus. M. Etaix ([1]) a étudié cependant quelques produits, tels que l'anhydride, le chlorure, le dibenzoyle heptane et sa dioxime, l'azélamide et l'acide amidé correspondant. Derlou ([2]) croit avoir trouvé l'azélaone, mais ce produit n'a pas été analysé. Quant aux éthers, on ne connaît jusqu'ici que l'éther diméthylique et l'éther diéthylique ([3]).

Nous avons songé à préparer l'éther diphénylique en faisant réagir le chlorure d'azélayle sur le phénol, suivant la réaction

$$(CH^2)^7\left\langle\begin{matrix}CO\,Cl\\CO\,Cl\end{matrix}\right. + 2\,C^6H^5OH = (CH^2)^7\left\langle\begin{matrix}CO^2C^6H^5\\CO^2C^6H^5\end{matrix}\right. + 2\,HCl.$$

Le chlorure d'azélayle a été préparé de la façon suivante qui donne de bons rendements : On pèse 100g environ de PCl^5, qu'on introduit dans un ballon à distiller de 250g après l'avoir exactement taré; on chauffe au bain d'huile à 120° pour éliminer l'oxychlorure de phosphore que contient toujours le perchlorure industriel; on obtient du PCl^5 absolument sec. On repèse, on obtient par différence le poids de PCl^5 contenu dans le ballon.

On verse alors par petites quantités l'acide azélaïque qu'on a soigneusement desséché. On n'introduit, bien entendu, que le poids exigé par la formule ci-dessus. Il se forme un liquide rougeâtre que l'on chauffe au bain d'huile jusqu'à 150°; on opère dans le vide, sous pression de 20mm : l'oxychlorure de phosphore distille; dans le ballon il reste le chlorure d'azélayle.

A ce dernier on ajoute la quantité de phénol exigée par la théorie. Il faut bien avoir soin que le phénol employé soit aussi parfaitement sec. On chauffe au bain d'huile, au réfrigérant ascendant pendant une journée, la température ne dépassant pas 160°.

Après refroidissement, nous avons retiré la masse contenue dans le ballon; celle-ci se présente sous la forme d'un solide brun noirâtre, à reflets blanchâtres. On la dissout dans l'alcool bouillant et l'on filtre plusieurs fois sur du noir animal lavé à l'acide. Après refroidissement, on évapore dans le vide. Il se forme des aiguilles légères, colorées en jaune : on les essore et l'on fait cristalliser de nouveau. Le produit final (azélate neutre de phényle) est alors constitué par de belles aiguilles blanches, d'aspect floconneux.

([1]) Etaix, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IX, p. 398.

([2]) Derlou, *Berichte,* t. XXXI, p. 1960.

([3]) Miller, *Comptes rendus,* 1899, 2e semestre, p. 182.

L'azélate de phényle fond à 48°-49° au bloc Maquenne. Il est peu soluble dans l'alcool froid, beaucoup plus soluble dans l'alcool bouillant; très soluble dans l'éther, la benzine et le sulfure de carbone; peu soluble dans la ligroïne. Analyse : Trouvé, C = 73,52; H = 7,32. Calculé, C = 74,11; H = 7,05.

Il nous a paru intéressant de préparer l'acide thioazélaïque en partant de l'azélate de phényle. La réaction est la suivante :

$$(CH^2)^7 \langle {CO^2C^6H^5 \atop CO^2C^6H^5} + 2\,NaSH = 2\,C^6H^5OH + (CH^2)^7 \langle {COSNa \atop COSNa}.$$

Le thioazélate de sodium ainsi obtenu, traité par HCl, donne :

$$(CH^2)^7 \langle {COSNa \atop COSNa} + 2\,HCl = (CH^2)^7 \langle {COSH \atop COSH} + 2\,NaCl.$$

L'opération est conduite comme il suit : on dissout 2g de sodium dans 150cm³ d'alcool absolu; on sature cette solution de H^2S sec : on a donc ainsi une solution alcoolique de NaHS; on ajoute à cette solution 14g,7 d'azélate de phényle et l'on chauffe le mélange au bain d'huile et au réfrigérant ascendant pendant une journée, sans dépasser 110°. On évapore ensuite dans le vide la solution, il se forme un dépôt contenant le mélange de phénol et d'azélate de sodium. On filtre; la masse retenue par le filtre est traitée par l'éther absolu; ce dernier dissout le phénol. En filtrant de nouveau et lavant la matière insoluble avec de l'éther, puis laissant sécher, on obtient finalement le thioazélate de sodium.

Ce dernier est très soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et l'éther. Analyse : Trouvé, S = 23,98; Na = 17,14. Calculé, S = 24,24; Na = 17,42.

Pour isoler l'acide thioazélaïque, on le dissout dans l'eau, on ajoute la quantité nécessaire de HCl et l'on agite à l'éther. La solution éthérée est évaporée dans le vide; il se dépose des aiguilles jaune clair, d'une odeur caractéristique commune aux thioacides.

L'acide thioazélaïque fond à 72°-74°; il est peu soluble dans l'eau et décomposé par un excès d'eau. Il est très soluble dans l'éther, la benzine, l'alcool, le sulfure de carbone et la ligroïne.

Si l'on traite soit une solution de thioazélate de sodium, soit d'acide thioazélaïque par une solution d'acétate de plomb, ce dernier produit un précipité blanc jaunâtre qui passe rapidement au brun et enfin au noir, surtout si l'on chauffe : cette réaction a d'ailleurs été observée pour l'acide thiosuccinique [1].

Nous avons neutralisé une solution aqueuse de thioazélate de sodium par

---

(1) P. Weselky, *Bull. Soc. chim.*, t. XIII, p. 348.

la quantité de I dissous dans le KI, conformément à la formule

$$(CH^2)^7\begin{matrix}\diagup COSNa \\ \diagdown COSNa\end{matrix} + 2I = (CH^2)^7\begin{matrix}\diagup COS \\ | \\ \diagdown COS\end{matrix} + 2NaI.$$

En agitant à l'éther et en laissant évaporer la solution éthérée dans le vide, nous avons obtenu une huile jaune que nous n'avons pu faire cristalliser.

Nous nous proposons de continuer l'étude des produits de condensation de l'acide azélaïque.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Action de l'iodure de méthyle.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons entrepris, il y a deux ans (*Comptes rendus*, 1903; *Bull. Soc. chim.* 3e série, t. XXIX, p. 1135), une étude méthodique de la spartéine, en vue de jeter quelque lumière sur sa constitution. Après avoir définitivement fixé par de nombreuses analyses la formule de cet alcaloïde, et contrôlé sa nature de base bitertiaire non méthylée à l'azote, nous avons mis en évidence son caractère saturé, en montrant qu'elle résistait à l'action des réducteurs les plus énergiques, et que l'hydrospartéine antérieurement décrite était de tous points identique à la spartéine.

Depuis la publication de notre Mémoire, plusieurs auteurs se sont occupés, dans des sens différents, de la spartéine. MM. R. Willstätter et et W. Marx (*Berichte*, t. XXXVII, p. 2351) ont fait l'intéressante remarque que cette base est identique à la lupinidine des semences de lupin; ils ont, en outre, préparé quelqués produits d'oxydation nouveaux (*Berichte*, t. XXXVIII, p. 1772).

Le caractère saturé de la spartéine, établi par nos recherches, a été pleinement confirmé par MM. Wackernagel et Wölfenstein (*Berichte*, t. XXXVII, p. 3238). Ces savants, ayant répété nos expériences, sont arrivés aux mêmes conclusions, qu'ils ont affermies, au surplus, en s'assurant que l'action du potassium-alcool amylique laissait également la spartéine intacte ([1]).

([1]) Cette résistance de la spartéine concorde, ainsi que nous l'avons indiqué, avec cette observation que cet alcaloïde ne décolore pas le permanganate en solution acide.

Mentionnons encore une observation de M. Semmler (*Berichte*, t. XXXVII, p. 2428) concernant la réfraction moléculaire de la spartéine, et un travail de MM. Scholtz et Pawlicki sur quelques iodoalcoylates (*Arch. d. Pharm.*, 1904).

Nous avons institué une nouvelle série de recherches sur le même sujet. Elles nous ont conduits à d'importants résultats pour la connaissance de la constitution de la spartéine. Nous indiquerons sommairement, dans cette première Note, les faits que nous avons observés en faisant une étude approfondie de l'action de l'iodure de méthyle sur la base.

Iodométhylates α *et* α'. — *a*. On met en contact poids égaux de spartéine récemment distillée, d'iodure de méthyle et d'alcool méthylique. Après 24 heures, le mélange, sensiblement limpide, est chauffé à reflux pendant 1 heure; on élimine ensuite l'alcool méthylique et l'excès d'iodure de méthyle par distillation. Le résidu ainsi obtenu est solide et parfaitement blanc; son poids indique que la spartéine a fixé exactement 1^{mol} d'iodure de méthyle.

Ce produit est très soluble dans l'eau. Sa composition centésimale correspond à la formule $C^{15}H^{26}Az^2.CH^3I$. Il est lévogyre, et le pouvoir rotatoire (dans l'eau à environ 8 pour 100) oscille, suivant les préparations, entre les deux valeurs extrêmes $-26°$ et $-28°$. Il est formé du mélange de deux iodométhylates isomériques, que nous désignons par les lettres α et α'. On peut en isoler facilement l'un d'eux à l'état pur par cristallisation d'abord dans l'alcool et ensuite dans l'eau. L'iodométhylate ainsi obtenu est identique au corps déjà décrit par Bamberger (*Lieb. Annal.*, 1886, p. 368) et par nous-mêmes ($[\alpha]_D = -22°75$); il est relativement peu soluble dans l'eau, nous l'appellerons *iodométhylate* α.

Le produit resté en dissolution dans les eaux mères a un pouvoir rotatoire supérieur, en général, à $-30°$. Par cristallisations successives dans divers solvants (alcool absolu, acétone mélangée d'alcool, éther acétique, alcool éthéré), nous avons pu l'élever jusqu'au chiffre $-36°,9$. La poudre blanche ainsi obtenue, confusément cristalline, est extrêmement soluble dans l'eau; elle répond d'ailleurs à la formule $C^{15}H^{26}Az^2.CH^3I$. C'est un mélange des deux iodométhylates; il est riche en iodométhylate α', dont le pouvoir rotatoire et la solubilité dépassent de beaucoup le pouvoir rotatoire et la solubilité de l'isomère α.

b. L'action de l'iodure de méthyle sur la spartéine en solution méthylique et sous pression (à 110°) mérite une mention spéciale. MM. Scholtz et Pawlicki ont reconnu dans cette expérience, sans d'ailleurs en établir le mécanisme, la formation d'un iodhydrate d'iodométhylate $C^{15}H^{26}Az^2CH^3I.HI$ régénérant sous l'action de la potasse l'iodométhylate de Bamberger.

A ce propos, nous avons à rappeler que, au cours d'un Mémoire relatif à la lupinidine, MM. Willstätter et Fourneau avaient, avant nous, signalé que la spartéine n'était pas attaquée par ce réactif. Nous ignorions la remarque de ces auteurs au moment de notre publication en 1903.

En étudiant de près la réaction, nous avons observé qu'il se produisait en abondance un gaz, lequel n'est autre que l'oxyde de méthyle $(CH^3)^2O$. Sa formation résulte naturellement de l'action de l'iodure de méthyle sur l'alcool méthylique, avec élimination d'acide iodhydrique, que fixent immédiatement, en favorisant ainsi cette élimination, la spartéine et ses iodométhylates.

En effet, indépendamment de l'iodhydrate d'iodométhylate précipité, lequel se forme en grande quantité ($[\alpha]_D = -17°,1$, d'après nos mesures en solution aqueuse, et que nous appellerons *iodhydrate d'iodométhylate* α, parce que les alcalis ou les carbonates alcalins en libèrent l'iodométhylate α pur), nous avons reconnu la production d'un second iodhydrate d'iodométhylate, plus soluble que le précédent et de pouvoir rotatoire plus élevé, qui est l'isomère α' correspondant à l'iodométhylate α'. Un mélange des deux iodhydrates d'iodométhylates riche en l'isomère plus soluble nous a fourni, sous l'action de la soude étendue, un mélange des deux iodométhylates α et α' riche en isomère α', qui a donné, par cristallisation dans l'alcool absolu, un produit de pouvoir rotatoire $-46°,3$. Nous considérons ce chiffre, le plus élevé que nous ayons observé, comme très approché de la valeur exacte du pouvoir rotatoire de l'iodométhylate α'.

Signalons enfin, dans la même réaction, la formation d'une certaine dose d'iodhydrate de spartéine $C^{15}H^{26}Az^2.HI$, que nous avons pu isoler à l'état pur ($[\alpha]_D = -11°,06$ en solution dans l'alcool méthylique absolu).

En résumé il résulte de ces expériences, dont le détail sera publié ailleurs, que l'iodure de méthyle, en agissant sur la spartéine, produit toujours, outre l'iodométhylate déjà connu, un isomère qui en diffère nettement par son pouvoir rotatoire beaucoup plus élevé et son extrême solubilité dans l'eau. Nous reviendrons prochainement sur la nature de cette isomérie, et nous démontrerons qu'elle est d'ordre stéréochimique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyrolyse de la gomme laque.* Note de MM. **A. Etard** et **E. Wallée**, présentée par M. Haller.

I. La gomme laque n'est pas, comme la plupart des exsudats végétaux, un produit d'évolution biologique normal; c'est une sécrétion accidentelle causée par une blessure, faite à quelques espèces végétales (Artocarpées, Légumineuses, etc.), par la piqûre d'un insecte du genre Coccus.

Elle intervient ainsi comme agent protecteur. Si certains auteurs prétendent que la laque est une sécrétion de l'insecte lui-même, transformant la sève, elle ne cesserait pas d'être un enduit protecteur de la blessure ou de l'insecte.

C'est la résistance aux agents extérieurs, qu'elle doit à son origine, que l'industrie utilise.

Les travaux dont la laque commerciale a été l'objet ont surtout été dirigés en vue d'analyse et de recherches de falsifications.

Farner (1), par l'emploi judicieux de quelques solvants, a noté de faibles quantités de cires, dans lesquelles Benedikt et Ulzer (2) ont trouvé les alcools cérylique et myricique avec leurs éthers, ce qui a été confirmé par Gascard (3). Cela ne joue qu'un rôle bien secondaire dans la masse de la matière.

Nous nous sommes efforcés de connaître les fonctions prédominantes de la laque, en étudiant les produits massifs de sa décomposition pyrogénée qui est remarquable.

II. La pyrogénation de cette matière seule est difficile à effectuer; il faut l'additionner de son volume de sable. C'est ce mélange qui a été soumis à l'action de la chaleur dans une cornue en fer reliée à un système de condensation convenable.

La distillation, conduite assez lentement, fournit un distillat représentant environ 72 pour 100 de la laque employée.

Cette résine est donc une association assez simple de fonctions chimiques abondantes.

Il reste dans la cornue 22 pour 100 d'un coke très léger, provenant sans doute d'amyloïdes, et ne donnant que des traces de cendres. La partie gazeuse ne forme que 6 pour 100 du tout; elle n'a pas été examinée.

Le produit distillé se sépare assez rapidement en deux couches, l'inférieure est constituée par de l'eau, la supérieure est une huile visqueuse de densité $d = 0,975$, brune, présentant une légère fluorescence.

Cette huile desséchée représente en poids 52 pour 100 de la gomme résine mise en œuvre.

L'agitation avec de l'eau acidulée n'enlève qu'une très faible partie basique qu'on écarte.

Ensuite, avec une lessive alcaline faible, on obtient une émulsion qui peut se réduire par l'éther. En utilisant cette propriété, on arrive à séparer 200g de matière à fonction acide par kilogramme, tandis qu'il reste 300g de corps neutres en solution dans l'éther.

III. La partie insoluble dans les alcalis et les acides, constituant la portion neutre, possède l'odeur très intense et très tenace des carbures terpéniques élevés.

---

(1) *Arch. der Pharm.*, t. CCXXXVII, p. 35-48.

(2) *Monatshefte für Chemie*, t. IX, p. 579.

(3) *Thèse de la Faculté de Pharmacie*, 1893.

La distillation dans un courant de vapeur d'eau permet d'entraîner un liquide vert, à odeur caractéristique, qui donne au fractionnement deux maxima très nets : l'un faible à 170°-175°, l'autre bien plus important à 230°-240° que plusieurs tours amènent à 235°-240°.

Cette huile, vert bleu, est soluble dans l'alcool, le benzène, peu soluble dans l'acide acétique, elle fixe environ son poids de brome et l'analyse indique un carbure terpénique :

Trouvé : C 88,18; H 11,07. Théorie $(C^5H^8)^n$: C 88,24; H 11,76.

Examinée au spectroscope, elle présente une bande à bords estompés dans le jaune.

La fraction 170°-175° n'a pu être exactement identifiée, bien qu'elle appartienne au groupe du dipentène.

Le résidu de l'entraînement à la vapeur d'eau, repris par l'acétate d'éthyle, laisse une matière blanche, onctueuse, purifiée facilement par des cristallisations dans l'alcool bouillant, d'où elle se dépose par refroidissement, sous forme de paillettes blanches, inodores, solubles dans $CHCl^3$ et C^6H^6. Elle ne représente pas plus de 1 pour 100 de la laque.

L'analyse élémentaire

C 86,2; H 13,9

est celle d'un carbure saturé très élevé, ne fixant pas de brome et se rapprochant de $C^{32}H^{66}$.

Ce type paraffinique est fréquent, il fond à 61°-62° et bout vers 360°, comme les carbures analogues qui accompagnent les chlorophylles.

La partie soluble dans l'acétate d'éthyle, fractionnée après élimination du solvant, fournit un maximum très net vers 310°, dont la composition élémentaire est celle d'un polyterpène :

Trouvé : C 88,34; H 11,32. Théorie : C 88,24; H 11,76.

Au-dessus de 360° il y a décomposition de la petite partie de matière résiduelle.

IV. La partie soluble dans la potasse, libérée par l'acide chlorhydrique et l'éther, possède une odeur d'acide gras très prononcée.

Sa distillation s'effectue presque entièrement, un peu au-dessus de 300°, avec décomposition.

Sous 100mm on a un maximum abondant à 280°-290°. Le sel sodique de cette portion forme, avec l'acétate de plomb, un magma complètement soluble dans l'éther, ce qui indique un acide non saturé que l'acide sulfurique met en liberté.

Le sel de plomb analysé donne les chiffres suivants :

	Trouvé.	Théorie pour $C^{36}H^{66}O^4Pb$.
C	55,87	56,18
H	8,72	8,58
O	9,38	8,32
Pb	26,03	26,92

L'acide obtenu est donc constitué par de l'oléique pur, à côté duquel on trouve cependant un peu de ses produits de décomposition, comme les acides caproïque et sébacique, celui-ci bien caractérisé par son sel de plomb insoluble dans l'éther et son point de fusion.

Conclusions. — Ces expériences donnent des résultats nets et abondants, elles tendent à jeter quelque jour sur la constitution des résines, encore trop négligée. De même qu'il existe un acétate de bornyle et d'autres éthers terpéniques analogues; de même, de nombreuses résines semblent être des éthers d'acides élevés et de polyterpènes.

La gomme laque deviendrait ainsi comparable aux mélanges artificiels siccatifs, employés comme agents de protection.

Elle nous apparaît expérimentalement comme l'oléate peu stable d'une série continue de polyterpènes. A l'état isolé ces produits siccatifs sont répandus dans un grand nombre d'espèces végétales. Combinés, ils sont à la base des vernis industriels.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'affinité des matières colorantes artificielles pour le tissu conjonctif.* Note de MM. CURTIS et P. LEMOULT.

La coloration élective du tissu conjonctif à l'aide de mélanges d'acide picrique et de fuchsine sulfonée, si fréquemment employés en technique histologique (méthode de von Giesen, Hansen), donne des nuances très belles au début, mais fugaces et qui souvent disparaissent assez rapidement; pour remédier à ce grave inconvénient, l'un de nous a utilisé des mélanges colorants, dans lesquels on remplace l'un ou l'autre des composants par des corps de même nature.

En ce qui concerne les corps nitrés, succédanés de l'acide picrique, qui étaient ici à peine en cause, nous avons constaté que l'on peut employer sans changement appréciable les dérivés trinitrés des crésols, du β naphtol et de la résorcine, mais que l'emploi des composés dinitrés (du crésol 1.4 et du β naphtol) ne donne pas de résultats satisfaisants.

En ce qui concerne les matières colorantes non nitrées, nous en avons trouvé quelques-unes qui répondent au but proposé et nous avons pu, en groupant les résultats, trouver dans les conditions de l'expérience l'une des causes de l'affinité des colorants du triphénylméthane et des azoïques pour le tissu conjonctif.

Ces conditions expérimentales doivent être précisées; on emploie assez

souvent, en effet, en histologie, pour la préparation des pièces à étudier, certains composés métalliques, comme les chromates, le chlorure mercurique, l'acide osmique, etc. qui, en même temps qu'ils fixent, jouent le rôle de mordants et procurent aux tissus des affinités d'emprunt variables suivant les cas. Pour éviter cette complication et avoir des résultats comparables entre eux, nous n'avons employé que des pièces traitées uniquement par l'alcool, ce réactif ne modifiant en rien les propriétés histo-chimiques des tissus.

Les colorants du triphénylméthane utilisés par nous se classent en trois groupes :

Premier groupe. — Fuchsine acide [1], parafuchsine acide, violet rouge 4RS, violet rouge 5RS;

Deuxième groupe. — Bleu trisulfoné, bleu de Bavière DBF, bleu d'aniline à l'eau;

Troisième groupe. — Bleu carmin surfin, bleu cyanol, vert solide extra-bleuâtre, verts acides J et B, violet formyle S4B, violets acides 10B et 6B.

Ces produits sont dissous dans l'eau saturée à froid d'acide picrique et la liqueur imprègne pendant quelque temps la préparation histologique.

S'il s'agit d'un colorant du premier groupe, le tissu conjonctif à l'exclusion des autres se colore seul en rouge ou rouge violacé. Même après 24 heures de contact, alors que l'acide picrique colore presque uniformément la préparation d'une nuance de fond jaune, le tissu conjonctif reste rouge; il y a électivité absolue entre le tissu et le colorant. S'il s'agit du second groupe, les résultats sont moins nets; en variant la concentration du bain et la durée du contact, on arrive encore à colorer le tissu conjonctif d'une manière plus intense que les autres, mais le protoplasma cellulaire se colore lui aussi et, au bout d'un certain temps, on n'a plus qu'une préparation confuse où se retrouvent toutes les nuances, du bleu au jaune verdâtre et au jaune pur; il n'y a plus ici d'électivité propre, mais seulement une affinité plus ou moins accentuée entre le tissu conjonctif et le colorant. Enfin les colorants du troisième groupe teignent en masse et indistinctement le protoplasme cellulaire et les portions conjonctives.

De ceci il résulte que l'affinité que nous avons étudiée est réglée par le nombre de groupes sulfonés : elle ne s'affirme nettement que quand la molécule colorante contient trois de ces groupes; encore faut-il qu'ils soient fixés sur chacun des noyaux du chromogène (violet rouge 4RS et fuchsine acide, meilleurs que bleu trisulfo et bleu de Bavière), c'est-à-dire répartis symétriquement dans la molécule; dans ce cas, il y a fixation élective, en présence d'acide picrique.

Nous avons étudié également quelques azoïques dont voici la liste rangée par ordre

---

[1] Nous employons ici les termes courants en usage dans les Traités spéciaux relatifs aux matières colorantes artificielles.

de sulfonation croissante : ponceau de Hœchst, bordeaux R, azofuchsine G, ponceau 4R, azorubine S, écarlate de Biebrich, rouge solide D, ponceau spécial (Saint-Denis), ponceau 5R, ponceau S extra, bleu diamine BX; noir diamine BH; bleu diamine 2B; bleu diamine 3B, bleu diamine pur A, noir naphtol B. Cet ordre est également celui de l'affinité croissante pour le tissu conjonctif : les corps qui n'ont pas plus de deux groupes *sulfo* ne donnent que des résultats médiocres, souvent même confus, tandis qu'au contraire les colorants trisulfonés teignent exclusivement ce tissu conjonctif alors que le reste de la préparation se teint en jaune; cette propriété s'accentue encore avec les azoïques tétrasulfonés. En outre, à égalité de sulfonation, c'est le colorant qui renferme les groupes SO^3H simultanément dans tous ses noyaux qui sera le meilleur et nous retrouvons ainsi l'influence de la distribution symétrique des groupes acides, déjà signalée plus haut.

Nous avons essayé d'employer des colorants polyhydroxylés dans l'espoir que le caractère acide dû à l'accumulation des groupes OH aurait un effet analogue à celui qui est dû aux SO^3H, mais l'expérience n'a pas confirmé cette attente; les colorants de ce genre sont inutilisables.

En résumé, nous avons montré que, pour développer l'électivité du tissu conjonctif pour certaines matières colorantes, il faut opérer en présence d'acide picrique ou d'un autre dérivé trinitré et que, en outre, il faut s'adresser à des colorants (triphénylméthane..., mono ou polyazoïques) ayant au moins trois groupements sulfo (SO^3H) fixés dans le chromogène et autant que possible répartis uniformément. Entre autres, on réalise une électivité tout à fait satisfaisante par l'emploi des fuchsines acides, des violets rouges 4RS et 5RS qui teignent le tissu conjonctif en rouge, ou bien par l'emploi du ponceau S extra, du bleu diamine 2B ou du noir naphtol B, qui le teignent respectivement en rouge ou en bleu et présentent l'avantage de fournir des colorations persistantes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les réserves hydrocarbonées des arbres à feuilles persistantes.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai dosé, aux différentes époques de l'année, les réserves hydrocarbonées dans la racine et la tige du Chêne vert, du Pin d'Autriche et du Fusain du Japon. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus avec le Chêne vert. La première colonne verticale est relative aux sucres, la deuxième aux matières amylacées transformables en glucose par une ébullition de 1 heure dans de l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, la troisième est la somme des

deux premières. Les chiffres expriment la quantité de la substance dosée rapportée à 100 parties de la matière sèche analysée.

Racine.

	Sucres.	Matières amylacées.	Total.
21 janvier	3,8	27,6	31,4
15 mars	1,3	32,1	33,4
5 mai	1,3	38,6	39,9
24 juin	1,7	28,1	29,8
16 août	1,9	13,6	15,5
4 octobre	2,2	20,4	22,6
25 novembre	2,8	20,2	23,0
16 janvier	2,5	27,4	29,9

Tige.

	Sucres.	Matières amylacées.	Total.
21 janvier	4,0	17,6	21,6
15 mars	2,7	19,7	22,4
5 mai	1,1	22,2	23,3
24 juin	1,4	17,8	19,2
16 août	1,1	17,0	18,1
4 octobre	1,4	17,0	18,4
25 novembre	1,6	17,3	18,9
16 janvier	2,8	15,9	18,7

On constate d'abord que les variations sont beaucoup plus considérables pour la racine que pour la tige; dans les deux cas, le maximum a lieu au commencement de mai et le minimum en août. On se souvient au contraire que, chez les arbres à feuilles caduques, le maximum a lieu en octobre et le minimum en mai. Il est facile de se rendre compte de la cause de ces différences en comparant, par exemple, le Chêne vert avec le Châtaignier. Au mois d'octobre, une certaine quantité de réserve s'est accumulée dans la tige et la racine de ces deux arbres; il y en a davantage chez le Châtaignier parce que l'assimilation est plus intense en été dans les feuilles caduques que dans les feuilles persistantes. Mais, à la fin d'octobre, les feuilles du Châtaignier tombent et, par conséquent, l'assimilation cesse; on comprend donc que le maximum des réserves soit atteint à ce moment. Chez le Chêne vert, au contraire, l'assimilation continue pendant tout l'automne et l'hiver; il est donc naturel que les réserves augmentent; et cela d'autant plus que, pendant cette période, la dépense est réduite à son minimum; il n'y a pas formation de nouvelles pousses et l'intensité de la respiration est fortement diminuée par l'abaissement de la température; on sait au contraire que l'influence de la température sur l'intensité de l'assimilation est relativement faible. On conçoit donc que chez le Chêne vert le maximum des réserves soit atteint au commencement du printemps, au moment où les nouveaux bourgeons vont s'ouvrir.

Après l'épanouissement des bourgeons, les réserves sont employées à la formation des

nouvelles pousses; de là une diminution considérable de ces réserves, aussi bien chez le Chêne vert que chez le Châtaignier. Mais chez le Châtaignier l'assimilation plus intense a bientôt réparé les pertes dues à la croissance, et dès la fin de mai les réserves commencent à augmenter. Chez le Chêne vert, au contraire, les feuilles, qui assimilent toute l'année, assimilent au printemps et en été avec moins d'intensité que les feuilles caduques; il est donc naturel que le minimum ait lieu plus tard, en août.

Le Pin d'Autriche m'a donné des résultats tout à fait comparables à ceux du Chêne vert. Le maximum des réserves a lieu en mai; puis il y a une brusque diminution et un minimum au commencement de juillet; les réserves augmentent ensuite jusqu'au commencement du printemps suivant. Pour le Fusain du Japon, dont la végétation est plus précoce, le maximum a lieu un peu plus tôt, en mars, et le minimum en été, vers le mois d'août.

En somme, le maximum des réserves, qui chez les arbres à feuilles caduques a lieu en automne au moment de la chute des feuilles, est atteint chez les arbres à feuilles persistantes au commencement du printemps, lorsque les bourgeons vont s'ouvrir. Le minimum, qui est en mai chez les arbres à feuilles caduques, est reporté en juillet ou en août chez les arbres à feuilles persistantes. Ces différences s'expliquent facilement par ce fait que, dans les feuilles persistantes, l'assimilation a lieu pendant toute l'année avec un intensité relativement faible, tandis que les feuilles caduques assimilent seulement de mai en octobre, mais avec plus d'intensité.

BOTANIQUE. — *Un nouveau Bananier de Madagascar.*
Note de M. **Pascal Claverie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Plusieurs espèces de *Musa* indigènes sont connues dans l'Afrique orientale, mais on n'a jamais signalé, à notre connaissance, de représentant du genre qui soit spécial à Madagascar. Tel serait le cas cependant pour le Bananier que M. Perrier de la Bathie a rencontré à Ankaladina, dans la région du Betsiboka, ainsi que sur les plateaux d'Ankara et du Tampoketsa sur le Mahavavy.

Ce Bananier, appelé *tsirohoroka* par les Sakalaves, est une grande plante de 5^m à 6^m de hauteur, et dont le tronc est renflé à la base en un épais tubercule de $2^m,50$ de circonférence.

C'est une espèce sans rejets, qui, d'avril en octobre, est réduite au tronc et aux gaines, car aucun limbe ne persiste pendant la saison sèche.

Les feuilles sont pendantes, étalées, et plus ou moins déchirées; leur limbe descend, en s'amincissant, le long de la nervure médiane, jusqu'à la gaine.

Les inflorescences sont énormes et peuvent peser plusieurs kilogrammes; elles sont pendantes et glabres, et portent jusqu'à 60 bractées florifères, qui sont de plus en plus petites de la base au sommet.

Aux aisselles de chacune sont 18 à 20 fleurs, à pétales d'un blanc rosé.

Le calice de ces fleurs est formé de trois sépales concrescents, dont le médian est situé en avant.

La corolle est représentée par un tépale trilobé dont le lobe médian est aigu et les deux latéraux arrondis.

Des six étamines de la fleur typique des Musacées, l'une est toujours avortée dans l'espèce de Madagascar. Les cinq autres sont à filets blancs et à anthères rosées; elles renferment, dans leurs quatre sacs polliniques, des grains de pollen globuleux, jaunes, à surface verruqueuse.

Le pistil se compose d'un ovaire triloculaire, surmonté par un style simple que termine un stigmate trifide. Chaque loge renferme deux rangées d'ovules anatropes, horizontaux.

Quant aux fruits, appelés *voantsirohoroka* par les indigènes, nous ignorons malheureusement les dimensions qu'ils peuvent atteindre, car nous ne savons pas si les spécimens que nous avons eus à notre disposition étaient parvenus à maturité. Il est probable que non.

Ces fruits étaient allongés, de $5^{cm},5$ de longueur, de $1^{cm},5$ de largeur et encore surmontés du périanthe. A l'intérieur étaient de minuscules graines à surface lisse. Nous ne savons pas davantage s'ils sont comestibles; M. Perrier de la Bathie nous dit seulement que, lorsqu'ils sont desséchés, les Sakalaves en font des colliers, qu'ils portent comme amulettes.

Les indigènes, d'ailleurs, connaissent bien encore, à un autre point de vue, ce *Musa*, car ils emploient, à l'occasion, le bord des gaines pour en faire des liens.

Nous nous proposons d'indiquer plus tard quels sont les caractères anatomiques qui peuvent expliquer la résistance de ces bords et nous ferons en même temps l'étude de la filasse, dont une certaine quantité a été envoyée à M. Jumelle par M. Perrier de la Bathie.

Mais, dès maintenant, nous avons cru bon de signaler les principaux caractères de ce *Musa*, qui ne concordent entièrement avec ceux d'aucune autre espèce déjà décrite.

Notre *Musa*, par son tronc renflé à la base, l'absence de rejets, la forme des diverses pièces du périanthe, appartient à la section des *Physocaulis;* et il se place, par le nombre des fleurs de chaque série et l'aspect de ses inflorescences, au voisinage du *Musa Ensete* de l'Afrique orientale.

Mais il s'en distingue nettement par le nombre des étamines et la hauteur de sa tige.

Il diffère des *Musa ventricosa* et *Schweinfurthii* par la forme de son tépale;

et des *Musa Buchanini*, *superba*, *nepalensis* par le nombre plus considérable de ses fleurs et la position pendante de ses inflorescences.

Enfin il s'éloigne nettement du *Musa proboscidea* par le nombre plus faible de ses fleurs, par sa tige renflée à la base, par la forme de ses bractées florifères fortement allongées et par ses inflorescences beaucoup plus ramassées.

L'aspect général de cette espèce de Madagascar est d'ailleurs bien différent de celui qu'indique Oliver dans les *Icones*, pour le *Musa proboscidea*.

Nous croyons donc pouvoir, sans hésiter, considérer comme une espèce nouvelle ce *Musa* de l'Ambongo, que nous nommerons *Musa Perrieri*.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur l'*oïdium lactis *et la maturation de la crème et des fromages*. Note de **M. P. Mazé**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note communiquée à la séance du 29 mai, M. Arthaud-Berthet avance certains faits au sujet desquels je ne pense pas comme lui; mais je me bornerai à présenter seulement quelques remarques sur quelques points particuliers :

Pour M. Arthaud-Berthet, la « graisse » et la « frisure » sont identiques et constituent une même maladie des fromages à pâte molle due à l'*oïdium lactis*. Il y a en effet de l'oïdium sur les fromages « graisseux », sur les fromages « frisés », comme sur tous les fromages, à quelques rares exceptions près. Mais il reste encore à démontrer que la graisse soit due uniquement à l'*oïdium lactis*. La « frisure » n'a rien de commun avec la « graisse », de l'avis de tous les praticiens, qui la recherchent particulièrement sur le camembert et ne la voient pas d'un œil défavorable sur le brie.

M. Arthaud-Berthet prépare des fromages en quelques heures au moyen de l'ammoniaque. Les fromages obtenus de cette façon peuvent être comparés aux fromages industriels. L'industrie fromagère a ses procédés empiriques qui mettent en œuvre des associations microbiennes variées. La Science n'a pas, jusqu'ici, démêlé les actions complexes qu'exercent ces associations, de façon à permettre aux fromagers d'en tirer un parti avantageux.

GÉOLOGIE. — *Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger.* Note de M. le Général DE LAMOTHE.

J'ai observé récemment dans le Sahel plusieurs faits qui complètent ceux exposés dans une précédente Note (¹).

1° La surface ondulée des dépôts marins littoraux, représentés principalement par des poudingues, est, sur certains points, recouverte par de puissants amas de matériaux d'origine subaérienne (alluviale ou éolienne); ces amas forment de vastes plateaux nivelés, inclinés vers la mer, et limités de ce côté par des talus rapides ou des falaises. Ce sont les débris d'anciennes plaines côtières (*Ancient coastal plains des géologues américains*). Une plaine donnée est, au moins en partie, contemporaine du niveau de la mer qui a *succédé* au niveau dont elle recouvre les dépôts marins.

Près de Zéralda, quatre plaines côtières sont superposées les unes au-dessus des autres, comme les gradins d'un escalier de géants : le bord du talus de la principale d'entre elles (plaine côtière de la Trappe) se maintient sensiblement horizontal pendant plusieurs kilomètres.

Les anciennes plaines côtières ne nous renseignent pas toujours sur l'altitude des anciens rivages; mais elles sont une preuve de leur existence et de leur abaissement par étapes successives, interrompues par des périodes de stabilité relative et, dans quelques cas, par des mouvements positifs. Elles permettent de suivre et d'*identifier* le long de la côte les poudingues d'une même nappe, malgré les différences d'altitude des affleurements et leur discontinuité. Enfin, le nivellement de la surface de quelques-unes d'entre elles, sur de grandes étendues, exclut la possibilité d'un gondolement ultérieur des dépôts littoraux qu'elles recouvrent et conduit, par suite, à rejeter l'hypothèse de mouvements lents de l'écorce terrestre pour expliquer la disposition ondulée des affleurements de ces dépôts.

Il existe d'anciennes plaines côtières non seulement dans le Sahel d'Alger, mais encore sur un grand nombre de points des côtes algériennes et tunisiennes. Je citerai notamment les environs de Djidjeli, d'Hammamet et de Sousse.

2° La plaine côtière qui a succédé au niveau de 17^m est une des mieux conservées de l'Algérie et la plus fréquente. Je l'ai observée à Oran, Arzeu, Mostaganem, Cherchell, Bérard, Port-Gueydon, etc.

A Bérard, j'ai trouvé des silex taillés qui sont, par suite, contemporains d'un Éléphant du groupe *Antiquus, El. iolensis* Pomel.

(¹) *Comptes rendus*, 26 décembre 1904.

3° Dans cette même localité, les poudingues marins du niveau de 17^m reposent sur d'anciennes dunes fortement cimentées, dont les strates très minces plongent à 45° vers l'est; ils sont, d'autre part, recouverts par les sédiments de la plaine côtière qui correspondent, comme je l'ai montré, à une époque où le niveau de base était descendu au-dessous du niveau actuel.

On a donc ici une nouvelle preuve que les mouvements *négatifs* qui ont abaissé successivement la ligne de rivage à la cote 17, puis à la cote actuelle, ont été interrompus par des mouvements *positifs*, en d'autres termes, que *le niveau de base a subi, pendant cette période, des oscillations alternativement positives et négatives*. Après le niveau de 30^m, il y a eu d'abord un mouvement négatif qui a amené le niveau de base au-dessous de la cote 17, puis un mouvement positif qui l'a relevé à cette cote; un autre mouvement négatif l'a abaissé au-dessous du niveau actuel, et un deuxième mouvement positif l'y a ramené.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la* gladkaïte, *nouvelle roche filonienne dans la dunite.* Note de MM. L. **Duparc** et F. **Pearce**, présentée par M. A. Lacroix.

En explorant le bassin supérieur de la rivière Wagran (Oural du Nord), nous avons trouvé un nouveau gisement de dunite massive, qui perce en boutonnière au milieu des gabbros ouralitisés, qui affleurent sur de grandes étendues dans cette région. Cette dunite forme une assez longue crête rougeâtre, appelée *Gladkaïa-Sopka*, qui est orientée à peu près Nord-Sud, et sépare les deux sources de la rivière Travianka, affluent gauche de Wagran. L'affleurement de dunite est en partie circonscrit par une mince zone de pyroxénites à olivine passant latéralement à des variétés feldspathiques (tilaïtes), qui sépare la dunite des gabbros ouralitisés. La dunite elle-même est absolument banale; au microscope, elle paraît exclusivement formée de grains idiomorphes d'olivine, réunis à quelques rares octaèdres de fer chrome, elle présente toujours un commencement de serpentinisation.

Dans la partie Sud de Gladkaïa-Sopka, et perçant nettement la dunite qui l'environne de toutes parts, on trouve un gros filon d'une roche grisâtre, à grain fin, paraissant à l'œil nu feldspathique et micacée, et présentant absolument l'aspect de certains types filoniens trouvés antérieurement par nous dans la dunite massive de l'éperon du Koswinsky.

Au microscope, les éléments constitutifs de cette roche sont : la magné-

tite, l'apatite, le mica noir, le mica blanc, la hornblende, l'épidote, les plagioclases et le quartz.

La magnétite est très rare, elle se présente en petits grains de forme plus ou moins octaédrique, dispersés entre les autres éléments.

L'apatite est rare également et forme quelques petites aiguilles à allongement négatif. Elle se rencontre à l'état libre dans les feldspaths ou en inclusions dans la hornblende.

La *biotite* est quantitativement inférieure à l'amphibole. Elle se rencontre en petites lamelles aplaties parallèlement à $p(001)$, sans contours géométriques. Elle est uniaxe négative, la biréfringence $n_g - n_p = 0,04$, le polychroïsme très intense est comme suit : $n_g =$ brun rouge très foncé, $n_p =$ jaunâtre pâle.

Le *mica blanc* est très constant et se présente en lamelles incolores qui sont généralement cantonnées à l'intérieur des feldspaths ou de l'épidote. Les lamelles, parfois assez grandes, s'éteignent parallèlement au clivage $p(001)$ et sont biaxes, négatives, avec $2V$ assez grand.

La *hornblende*, qui forme l'élément ferro-magnésien le plus important, est un peu spéciale. Les cristaux informes sont allongés suivant la zone du prisme, assez rarement maclés selon $h^1(100)$, et souvent accolés par leurs faces $m(1\bar{1}0)$ à $p(001)$ du mica. Sur $g^1(010)$, n_g s'éteint à 22° du clivage m, les trois biréfringences principales mesurées sur plusieurs sections par le compensateur ont été trouvées de $n_g - n_p = 0,020$, $n_g - n_m = 0,003$ et $n_m - n_p = 0,0156$. Le signe optique est négatif, l'angle $2V$ oscille autour de 47° environ, la dispersion est forte dans le sens $\rho > v$. Le polychroïsme très intense est comme suit : $n_g =$ vert bleuâtre très foncé, $n_m =$ vert, $n_p =$ jaunâtre très pâle.

L'*épidote* est abondante et forme des plages généralement très irrégulières, qui sont souvent à proximité de la hornblende qu'elles moulent et emprisonnent même ainsi que le mica. Elle est de couleur légèrement grisâtre, sa biréfringence $n_g - n_p = 0,0385$, la bissectrice aiguë est négative, l'angle $2V$ est grand.

Les *feldspaths* forment l'élément prédominant, ils sont très frais, maclés selon la loi de l'albite, plus rarement selon celle de Karlsbad ou de la péricline. De nombreuses déterminations ont montré qu'ils sont compris entre l'oligoclase-albite et l'andésine Ab^5An^3.

Certains cristaux renferment un noyau kaolinisé, qui paraît avoisiner souvent le mica blanc ou l'épidote; ce noyau conserve parfois un contour géométrique qui rappelle alors les profils habituels de la face $g^1(010)$.

Le quartz est abondant et se trouve en grains intercalés entre les éléments précités. Quant à la structure, elle est panidiomorphe grenue, et absolument caractéristique. Nous proposons pour cette roche le nom de *gladkaïte*.

La composition de la gladkaïte est la suivante :

$SiO^2 = 62,20$, $Al^2O^3 = 19,63$, $Fe^2O^3 = 1,13$, $FeO = 3,93$, $CaO = 6,64$, $MgO = 1,51$, $Na^2O = 4,54$, $K^2O = 1,06$. Perte au feu $= 0,86$. Total : 100,70.

La gladkaïte forme donc un nouveau terme de la curieuse série filonienne qui accompagne la dunite massive et dont nous avons antérieurement donné la description (¹).

HYDROLOGIE. — *Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre de* 1905. Note de MM. **F. Launay** et **E. Maillet**, présentée par M. Maurice Levy.

La grande pénurie du débit des sources pendant les saisons chaudes (1er mai-1er novembre) de 1870 et de 1874 a été prévue plusieurs mois à l'avance, vers mai-juin, par Belgrand et M. G. Lemoine, d'après les faibles quantités de pluie de la saison froide antérieure (1er novembre-1er mai) et les bas débits précédents des sources. C'est une application remarquable de la loi de Dausse d'après laquelle, dans le bassin de la Seine, où dominent les terrains perméables, les pluies de la saison chaude, en général, profitent peu aux cours d'eau et aux sources profondes.

Depuis, un certain nombre de prévisions de même nature ont été faites, et des graphiques ont même été établis (²) pour permettre d'évaluer avec plus de précision l'abaissement probable du débit de certaines sources.

Dans cet ordre d'idées, la situation actuelle des sources paraît particulièrement intéressante. La saison chaude dernière a été peu pluvieuse, et la saison froide assez peu (³) (sauf vers l'aval du bassin). La cote de la Seine à l'échelle du pont d'Austerlitz à Paris, pendant la saison froide 1904-1905, n'a pas dépassé 2^m : c'est le maximum de saison froide le plus bas depuis 1874. Le minimum atteint par la Marne à la Chaussée pendant la saison chaude 1904 ($-0^m,88$) est le plus bas depuis 1893. Enfin la source de Cérilly (Vanne) a eu le débit minimum assez faible de 98^l par seconde en décembre 1904 et, en mai 1905, le débit de 147^l, exceptionnellement bas pour cette époque.

Aussi croyons-nous pouvoir formuler la prévision suivante : pendant le deuxième semestre de 1905, le débit minimum annuel des sources profondes aura plutôt tendance à diminuer sensiblement ou à atteindre à nou-

---

(¹) L. Duparc et F. Pearce, *Recherches géologiques et pétrographiques sur l'Oural du Nord*, vol. I (*Mémoires de la Société de Physique de Genève*, 1902).

(²) E. Maillet, *Comptes rendus*, mai 1902 et novembre 1903.

(³) Moyennes géométriques des hauteurs de pluie correspondantes pour l'ensemble du bassin : 305^{mm} et 287^{mm}; moyennes de ces moyennes de 1881 à 1900 : 378^{mm} et 320^{mm}. La saison froide est comptée du 1er novembre au 30 avril.

veau des chiffres assez bas dans la majeure partie du bassin de la Seine, sauf vers l'aval de Paris. Ainsi l'on peut s'attendre au tarissement de la source supérieure de la Somme (Marne) vers la fin de juin ; on peut prévoir pour la source de Cérilly (Vanne) le débit minimum de 75^l environ, et pour celle, voisine, d'Armentières (et Drains) le débit minimum de 260^l (1) environ.

Toutefois une saison chaude exceptionnellement sèche ou pluvieuse pourrait rendre ces prévisions moins exactes sur certains points.

M. **N. Bell Dawson** adresse une Note *Sur les niveaux de marée et plans de référence dans le Canada oriental.*

M. **Victor Fattelay** adresse une Note *Sur un essai de démonstration du phénomène de la trempe des aciers.*

M. **J. Godin** adresse un Mémoire *Sur l'emploi alimentaire des nucléines pour les armées.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mai 1905.

Observatoire national, astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon : 16e Bulletin chronométrique, année 1903-1904, pub. par M. A. Lebeuf. Besançon, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Sur les caractères de divisibilité, par E. Lebon. (Extr. de *L'Enseignement mathématique,* VIIe année, n° 3, 15 mai 1905.) Paris, Genève; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le four électrique, son origine, ses transformations et ses applications, par Adolphe Minet; 1er fascicule. Paris, A. Hermann, 1905; 1 fasc. in-4°.

---

(1) Ce sont des chiffres très bas.

Compagnie des Chemins de fer du Midi, assemblées générales ordinaire et extraordinaire des actionnaires du 11 *avril* 1905, présidence de M. Léon Aucoc : *Rapports du Conseil d'administration, résolutions de l'Assemblée.* Paris, imp. Buttner-Thierry, 1905; 1 fasc. in-4°.

Le Félibrige latin, revue mensuelle des œuvres et des faits qui intéressent les Associations de littérature méridionale, publiée sous la direction de M. Roque-Ferrier; année 1897, août-septembre : *Inauguration du monument de Moquin-Tendon,* 27 avril 1896. Montpellier, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin technique pour favoriser le développement du Commerce et de l'Industrie. Directeur : H. Rodier. 1re année, n° 1, 20 mai 1905. Paris; 1 fasc. in-f°.

The norvegian north polar Expedition, 1893-1896. *Scientific results,* edited by Fridtjof Nansen; vol. VI; pub. by the Fridtjof Nansen fund for the advancement of science. Londres, Christiania, New-York, Bombay, Leipzig, 1905; 1 vol. in-4°.

Les prix Nobel en 1902. Stockholm, Imprimerie royale P.-A. Norstedt et fils. 1905; 1 vol. in-8°.

M. Mathias Lerch, Professeur à l'Université de Fribourg, en Suisse, adresse en hommage la collection des Mémoires qu'il a publiés dans diverses Revues sur des questions d'Arithmétique, d'Algèbre et d'Analyse. (Extr. de divers Périodiques scientifiques.) 79 fasc. de divers formats.

Nemerteans of the west and north-west coasts of America, by Wesley R. Coe, with twenty-five plates. (*Bull. of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College;* vol. XLVII.) Cambridge, Mass., 1905; 1 vol. in-8°.

The arc spectrum of scandium and its relation to celestial spectra, by Sir Norman Lockyer and F.-E. Baxandall. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* vol. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

On the stellar line near λ 4686, by Sir Norman Lockyer and F.-E. Baxandall. (Extr. des *Proceed. of the Royal Society,* vol. LXXIV.) 1 fasc. in-8°.

Die jährliche und tägliche Periode der erdmagnetischen Elemente, von Dr H. Fritsche; pub. VI. Riga, 1905; 1 fasc. in-8°.

Report of the twenty-fourth Meeting of British Association for the Advancement of Science, held at Cambridge in august 1904. Londres, John Murray, 1905; 1 vol. in-8°.

Sveriges geologiska undersökning : série A_a, nos 119, 121, 124, 127, 128; série A_e, nos 5, 8; série $A_{1,a}$ nos 1 et 2; série C, nos 195, 196; texte et cartes. Stockholm, Institut géologique de Suède, 1904-1905; 10 fasc. in-8° et 8 feuilles in-plano.

Report of the Commissioner of Education for the year 1903; vol. I. Washington, Government printing Office, 1905; 1 vol. in-8°.

Fifty-ninth annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College, for the year ending september 30, 1904, by Edward-C. Pickering. Cambridge, Mass., 1904; 1 fasc. in-8°.

The John Crerar Library tenth annual Report for the year 1904. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

University of Cincinnati record; 1re série, vol. I. n° 3, february-march : *Catalogue* 1904-1905. Cincinnati, Ohio; 1 fasc. in-12.

Memorie della R. Accademia dei Lincei; Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali; 5e série, vol. V, fasc. 1, 2. Rome, 1904; 2 fasc. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere : Rendiconti : 2e série, vol. XXXVII, fasc. 7-10; vol. XXXVIII, fasc. 1-3. Milan, 1904-1905; 7 fasc. in-8°.

Bollettino dell'Istituto agrario di Scandicci, presso Firenze; 2e série, vol. VI, années IX-XII, 1901-1904. Florence, 1905, 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique, éditées aux frais de l'État; nouvelle série : *Physique du Globe,* t. I, II; *Annales astronomiques,* t. XVIII, t. IX, fasc. 1. Bruxelles, 1904; 3 vol. et 1 fasc. in-4°.

Monthly weather Review; vol. XXXII, n° 13: *Annual summary,* 1904; vol. XXXIII, n° 1, january 1905. Washington, 1905; 2 fasc. in-4°.

Boletin de la Real Sociedad geografica; t. XLVII, 1er trimestre de 1905. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XXXII, 1re livraison, 28 février 1905. Liége; 1 fasc. in-8°.

Records of the geological Survey of India : vol. XXXI, parts 3 and 4, 1904; vol. XXXII, parts 1 and 4, 1905. Calcutta, 1904-1905; 4 fasc. gr. in-8°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales; vol. XXXVII, 1903. Sydney, 1904; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juin 1905.

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par Emile Picard, Membre de l'Institut; t. I. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. E. Picard.)

La valeur de la Science, par H. Poincaré, Membre de l'Institut. Paris, Ernest Flammarion, s. d.; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Cours de Botanique : Anatomie, Physiologie, Classification; Applications agricoles, industrielles, médicales; Morphologie expérimentale; Géographie botanique; Paléontologie; Historique, par MM. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, et Leclerc du Sablon, à l'usage des élèves des Universités, des écoles de médecine et de pharmacie, et des écoles d'agriculture; fasc. IV (1re partie), t. I (fin). Paris, Librairie générale de l'enseignement, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Les fours électriques et leurs applications industrielles, par Jean Escard; préface de Henri Moissan, Membre de l'Institut. Paris, Vve Ch. Dunod, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Moissan.)

Carte générale bathymétrique des océans, dressée par ordre de S. A. S. le Prince de Monaco, d'après le Mémoire de M. le professeur Thoulet, sous la direction de M. Charles Sauerwein, M. Tollemer et plusieurs collaborateurs; échelle de $\frac{1}{10\,000\,000}$. S. l. n. d.; 24 feuilles et 1 feuille d'assemblage, in-plano. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Voyage minier au nord-ouest canadien, par J.-M. Bell. Paris, au siège de la Société des Ingénieurs civils de France, 1905; 1 fasc. in-8°.

Gites aurifères du Klondike (Yukon, Canada), par J.-M. BELL. Saint-Etienne, J. Thomas et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Trois mois de fonctionnement de l'Infirmerie indigène d'Aïn-Bessem, par le Dr J. POUJOL. Agha-Alger, 1904; 1 fasc. in-8°.

Prophylaxie de la syphilis dans la commune mixte d'Aïn-Bessem (Alger), par le Dr J. POUJOL. Agha-Alger, F. Montégut et A. Deguili, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. IV, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, et Librairie agricole, 1905; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Sciences et Lettres; 3e série, t. VIII. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, Alexandre Rey, 1905; 1 vol. in-4°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1903-1904. Rouen, imp. Léon Gy; Paris, A. Picard, 1904; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 juin 1905.)

Note de M. *N.-A. Barbieri,* Les cérébrines et l'acide cérébrique préexistent dans le tissu nerveux à l'exclusion du protagon :

Page 1551, ligne 1, *au lieu de* Liebreicht, en 1876, *lisez* Liebreicht, en 1864.

Page 1552, ligne 18, *au lieu de*

$$C = 82,7,$$

lisez

$$C = 82,76.$$

Même page, ligne 20, *au lieu de*

$$C^{20}H^{34}O^{2},$$

lisez

$$C^{20}H^{34}O.$$

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 13 juin 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. HENRI MOISSAN et PAUL LEBEAU. — Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote 1573

M. G. RAYET. — Les ombres mouvantes de l'éclipse totale de Soleil du 12 mai 1706 .. 1577

M. BIGOURDAN fait hommage à l'Académie d'une Brochure sur les « Éclipses de Soleil » 1578

M. BERTIN fait hommage à l'Académie d'une Note « Sur la position du centre de résistance latérale » 1578

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale divers Ouvrages de M. *G. Eiffel*, et de MM. *Joachim Barrande* et *Jaroslav Perner* 1579

M. M. BOTTASSO. — Sur une solution du problème de Monge relatif à l'équation $f(dx_1, dx_2, \ldots, dx_n) = 0$ à coefficients variables 1579

M. DEVAUX-CHARBONNEL. — La mesure de la capacité des longs câbles sous-marins.... 1582

M. PONSOT. — Pouvoir thermoélectrique et effet Thomson 1585

M. PIERRE WEISS. — La pyrrhotine, ferromagnétique dans le plan magnétique et paramagnétique perpendiculairement à ce plan 1587

M. G.-D. HINRICHS. — Sur le poids atomique véritable de l'azote 1590

M. PASTUREAU. — Sur un mode de formation d'acétol et d'acide pyruvique par oxydation directe de l'acétone 1591

MM. BOUVAULT et R. LOCQUIN. — Action du sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse. 1593

MM. FOURNEAU et TIFFENEAU. — Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués 1595

M. F. BODROUX. — Actions des éthers chloracétiques sur les dérivés halogénomagnésiens de l'aniline 1597

M. A. BOUCHONNET. — Sur quelques composés de l'acide azélaïque 1599

MM. CHARLES MOUREU et AMAND VALEUR. — Sur la spartéine. Action de l'iodure de méthyle 1601

MM. A. ÉTARD et E. WALLÉE. — Sur la pyrolyse de la gomme laque 1603

MM. CURTIS et P. LEMOULT. — Sur l'affinité des matières colorantes artificielles pour le tissu conjonctif 1606

M. LECLERC DU SABLON. — Sur les réserves hydrocarbonées des arbres à feuilles persistantes 1608

M. PASCAL CLAVERIE. — Un nouveau Bananier de Madagascar 1610

M. P. MAZÉ. — Sur l'*oïdium lactis* et la maturation de la crème et des fromages.. 1612

M. le Général DE LAMOTHE. — Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger 1613

MM. L. DUPARC et F. PEARCE. — Sur la *gladkaïte*, une nouvelle roche filonienne dans la dunite 1614

MM. F. LAUNAY et E. MAILLET. — Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre de 1905 1616

M. N. BELL DAWSON adresse une Note « Sur les niveaux de marée et plans de référence dans le Canada oriental » 1617

M. VICTOR FATTELAY adresse une Note « Sur un essai de démonstration du phénomène de la trempe des aciers » 1617

M. J. GODIN adresse un Mémoire « Sur l'emploi alimentaire des nucléines pour les armées » 1617

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 1617

ERRATA 1620

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 25 (19 Juin 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUIN 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Paul Lebeau**.

Dans une précédente Communication nous avons démontré que l'oxyde azotique brûlait dans une atmosphère de fluor et produisait un composé gazeux (¹) condensable en un solide blanc à la température d'ébullition de l'oxygène. Sous l'influence d'une élévation de température, ce solide entre en fusion et fournit un liquide incolore; ce dernier atteint bientôt son point d'ébullition et donne un mélange gazeux partiellement condensable à — 80°. La partie volatile, peu abondante, présente les propriétés suivantes : ce gaz non condensable dans l'oxygène liquide à —182°,5 (²) est incolore sous une faible épaisseur, possède l'odeur du fluor, n'attaque pas le verre sec à froid, décompose l'eau en donnant de l'oxygène ozonisé et de l'acide fluorhydrique, enflamme le carbone et le soufre à la température ordinaire et est entièrement absorbable à froid par le mercure.

Ce gaz est donc du fluor pur, il provient d'une condensation du fluor dans le composé blanc, solidifié à —182°,5, c'est-à-dire à quelques degrés seulement du point de liquéfaction du fluor qui est de —187°.

(¹) H. Moissan et P. Lebeau, *Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1573).

(²) Sir James Dewar, *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XXIII, 1901, p. 417.

Nous avons ensuite procédé à l'étude du corps liquide condensé à $-80°$. Son analyse nous a démontré qu'il était entièrement formé de fluorure d'azotyle AzO^2F.

Préparation du fluorure d'azotyle. — Pour obtenir le fluorure d'azotyle pur, nous faisons réagir l'oxyde azotique sur un excès de fluor et nous condensons le produit à la température de $-80°$. Il est nécessaire ensuite de rectifier ce liquide une ou deux fois pour le séparer complètement du fluor en excès qu'il retient facilement en solution. On utilise, à cet effet, le dispositif suivant : la chambre de réaction est suivie de quatre condensateurs, dans lesquels on peut distiller successivement le fluorure d'azotyle liquide. Après une deuxième rectification, et lorsque l'on a séparé toute la partie antérieure de l'appareil, on fait suivre le condensateur d'un tube à ampoules et, en retirant le vase de Dewar, on laisse le corps liquide reprendre lentement l'état gazeux. Ces ampoules sont ensuite séparées par la flamme du chalumeau et conservées à l'abri de la lumière pour déterminer les propriétés du gaz. Il nous a été impossible d'opérer autrement, puisque le fluorure d'azotyle, comme nous le verrons plus loin, décompose l'eau et attaque le mercure.

Dans nos premières recherches, nous avons démontré que, dans l'action de l'oxyde azotique sur le fluor en excès, du gaz azote était mis en liberté. Ce dégagement permet de comprendre la formation du fluorure d'azotyle, qui se produit grâce à l'élévation de température due à la combinaison

$$2AzO + F = AzO^2F + Az.$$

Propriétés physiques. — Le fluorure d'azotyle est un gaz incolore, d'une odeur très irritante et qui attaque fortement les muqueuses; respiré même en très petite quantité, il produit une irritation douloureuse et persistante.

Son point de fusion est de $-139°$; son point d'ébullition $-63°,5$.

La densité de ce gaz a été déterminée sur un grand nombre d'échantillons provenant de préparations différentes. Ce fluorure d'azotyle attaquant énergiquement toutes les matières organiques qui peuvent être employées comme lubréfiants, nous avons dû déterminer la densité au moyen des ampoules mêmes dans lesquelles ce gaz avait été recueilli.

Mais, pour ces déterminations, nous avons eu soin de placer, entre le condensateur qui renfermait le fluorure d'azotyle liquide à $-80°$ et le tube à ampoules, un long serpentin de verre de très petit diamètre, entouré d'une masse d'eau qui possédait la même température que l'air ambiant.

En laissant la vaporisation du liquide se produire lentement, on ramène ainsi le gaz à la température de la pièce dans laquelle se fait l'expérience. Lorsque tout le tube à ampoules est rempli de gaz fluorure d'azotyle, on ferme, au moyen du chalumeau, les parties étranglées, très fines, qui séparent ces différentes ampoules. Chacune d'elles est pesée, puis on l'ouvre en coupant l'une de ses extrémités dans de l'eau contenue dans une capsule de platine. Le gaz est décomposé et l'ampoule se remplit d'eau. Elle est vidée, puis lavée à l'eau distillée ainsi que le fragment de verre qui en a été détaché. On prend le poids total du verre. Le volume de l'ampoule est déterminé en la pesant pleine de mercure. Il est facile enfin d'en déduire la densité du gaz.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Première	série de déterminations......	$D_0 = 2,24 — 2,21 — 2,24$
Deuxième	»	$D_0 = 2,31 — 2,24 — 2,29$
Troisième	»	$D_0 = 2,25 — 2,25$
Quatrième	»	$D_0 = 2,17 — 2,22$

La densité théorique du fluorure d'éthyle étant de 2,26, nos déterminations sont très voisines de ce chiffre.

Propriétés chimiques. — Le fluorure d'azotyle est un gaz qui possède une grande activité chimique et qui réagit sur la plupart des corps simples : métalloïdes et métaux. Cependant il ne se combine pas à froid à l'hydrogène.

D'après sa préparation, ce corps n'a pas d'action sur le fluor; il ne réagit pas sur le chlore, mais l'iode sec, placé dans un tube de verre, traversé par un courant de gaz fluorure d'azotyle, entre de suite en réaction en produisant d'abondantes fumées denses de pentafluorure d'iode. En même temps il se produit un enduit blanc autour de chaque cristal d'iode et le verre est attaqué.

Avec le soufre, il n'y a pas de réaction à froid, ni même à la température de fusion de ce métalloïde. Il en est de même avec le sélénium. La vapeur de soufre décompose le fluorure d'azotyle, mais à une température où le tube de verre est fortement corrodé et dans des conditions où la réaction devient très complexe.

L'azote est sans action sur le fluorure d'azotyle, mais le phosphore rouge, l'arsenic et l'antimoine décomposent ce gaz dès la température ordinaire et produisent bientôt une vive incandescence.

Le fluorure d'azotyle attaque le bore à la température ordinaire avec un grand dégagement de lumière et de chaleur; il se produit du fluorure de bore, de l'azote et de l'anhydride borique.

Le silicium cristallisé brûle aussi dans le fluorure d'azotyle, mais la réaction n'est que superficielle; elle s'arrête bientôt et est moins vive qu'avec le gaz fluor. Le carbone amorphe, pulvérulent et bien sec, ne réagit ni à froid, ni au rouge sombre sur ce gaz.

Le fluorure d'azotyle est décomposé par les métaux alcalins et alcalino-terreux, tantôt à froid, tantôt sous l'influence d'une faible élévation de température. Le thorium cristallisé est attaqué par ce gaz à la température ordinaire et brûle avec un vif éclat. L'aluminium en poudre n'est pas attaqué à froid. Le fer réduit, légèrement chauffé, le décompose également. Par agitation avec du mercure, ce gaz est complètement absorbé.

Le fluorure d'azotyle réagit sur un très grand nombre de composés et se comporte, tout à la fois, comme un oxydant et un fluorurant. Il déplace l'iode et le brome des iodures et des bromures à froid; il n'agit pas, qu'il soit gazeux ou liquide, sur l'oxyde rouge de mercure; il attaque le verre légèrement chauffé ou à froid, à la longue, en donnant un mélange de vapeurs nitreuses et de gaz oxygène. Il se fixe alors sur le verre sans le dépolir sensiblement en produisant un léger phénomène d'irisation et ce n'est qu'après un lavage à l'eau que l'on s'aperçoit que la surface a été attaquée.

Parmi ces décompositions, l'action sur l'eau a été étudiée quantitativement et qualitativement. L'eau absorbe complètement ce gaz en produisant de l'acide azotique et de l'acide fluorhydrique. Nous avons pris un poids déterminé de fluorure d'azotyle dans une ampoule et, après décomposition, nous avons titré l'acidité au moyen d'une liqueur de soude. Cette acidité, calculée en acide sulfurique, a été trouvée dans une première expérience égale à $0^g,149$; théoriquement, elle devait être de $0^g,148$. Dans une seconde expérience, nous avons trouvé $0^g,1501$; la théorie indiquait $0^g,153$. Ce qui nous permet de représenter cette réaction par l'égalité

$$AzO^2F + H^2O = AzO^3H + HF.$$

Ce gaz réagit aussi sur un grand nombre de composés organiques. L'alcool l'absorbe avec un grand dégagement de chaleur, en fournissant bientôt l'odeur du nitrate d'éthyle. L'éther réagit aussi très énergiquement. Le

benzène l'absorbe de même en fournissant du nitrobenzène et un produit volatil agissant violemment sur les yeux. L'essence de térébenthine est attaquée aussi rapidement par le fluorure d'azotyle. Il en est de même pour le chloroforme et le tétrachlorure de carbone. Dans ces réactions, le fluorure d'azotyle agit par le fluor et par le groupement AzO^2.

Analyse. — Pour établir la composition de ce nouveau gaz, nous avons utilisé la réaction qu'il nous fournit avec l'eau. A cet effet, le gaz contenu dans plusieurs ampoules, et dont on avait au préalable déterminé le poids, était absorbé par de l'eau distillée placée dans une capsule de platine. La liqueur acide était ensuite alcalinisée par une solution de carbonate de sodium et introduite dans une fiole jaugée pour l'amener à un volume connu. Cette solution alcaline renfermait tout l'azote à l'état d'azotate et le fluor à l'état de fluorure de sodium.

Le fluor a été dosé sous forme de fluorure de calcium. A cet effet, la liqueur a été additionnée de chlorure de calcium et le mélange de fluorure et de carbonate a été, après calcination, traité par l'acide acétique. Après évaporation à siccité et lavage à l'eau, on a recueilli et pesé le fluorure de calcium.

Pour le dosage de l'azote, nous avons eu recours à la transformation de l'azote nitrique en oxyde azotique par l'action des sels ferreux; le gaz était recueilli et mesuré sur le mercure. Nous avons obtenu les résultats suivants :

	1.	2.	Théorie pour AzO^2F.
Fluor..................	28,01	29,06	29,24
Azote..................	20,06	20,91	21,53

Pour vérifier ces analyses, qui ne sont que les dernières de toute une série, nous avons songé à décomposer un volume connu de fluorure d'azotyle par du fer réduit, légèrement chauffé.

L'expérience a été disposée de la façon suivante : une ampoule à pointe effilée, pleine de gaz fluorure d'azotyle, est engagée par l'une de ses extrémités dans un tube de verre rempli de fer réduit par l'hydrogène, bien pur. Ce tube, qui est d'un diamètre un peu supérieur à l'extrémité de l'ampoule, est relié à une trompe à mercure par un tube de verre à robinet. Autour de la pointe de l'ampoule qui pénètre dans ce dernier tube a été enroulé un petit fil de platine dans lequel on pourra faire passer un courant électrique. L'ampoule de verre, pesée au préalable, est réunie au tube qui ren-

ferme le fer réduit par un masticage à la gomme laque. On commence par faire le vide sur le fer réduit, puis on chauffe ce métal vers 400°. On fait alors passer le courant électrique dans le tube de platine, de façon à échauffer rapidement la pointe effilée du tube, qui est remplie de fluorure d'azotyle.

Cette pointe, ramollie par la chaleur, s'ouvre et laisse, sous l'action du vide, échapper le gaz de l'ampoule, qui vient aussitôt se décomposer au contact du fer. On arrête le courant électrique dès que le soufflage du verre est produit. On ouvre le robinet et l'on recueille lentement le gaz à la trompe, tout en continuant à chauffer le tube qui contient le fer. Ce gaz est de l'azote.

L'ampoule renfermait $28^{cm^3},4$ de fluorure d'azotyle. Le volume du gaz azote recueilli était de $13^{cm^3},8$. Théoriquement, nous aurions dû recueillir $14^{cm^3},2$.

Ces deux chiffres sont assez voisins pour vérifier la formule AzO^2F. Cette détermination vient donc corroborer les analyses précédentes.

Conclusions. — En résumé, nous avons démontré, dans ces recherches, que le fluor ne réagissait pas à la température ordinaire sur l'oxyde azoteux et le peroxyde d'azote et qu'il donnait avec l'oxyde azotique un nouveau composé gazeux, le fluorure d'azotyle AzO^2F.

Ce gaz de densité 2,24, dont le point de fusion est de —139° et le point d'ébullition —63°,5, possède une grande activité chimique. Bien qu'il ne se combine pas à froid à l'hydrogène, au soufre et au carbone, il réagit à la température ordinaire sur le bore, le silicium, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et l'iode. Il décompose l'eau froide avec production d'acide fluorhydrique et d'acide azotique, il réagit sur un grand nombre de composés organiques et, dans toutes ces réactions, il intervient tout à la fois par son fluor et par le groupement AzO^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des thuyones alcoylées et des combinaisons de la thuyone avec des aldéhydes aromatiques.* Note de M. A. **Haller**.

Comme la méthylhexanone, le camphre, la menthone, etc., la thuyone contient un complexe $\left\langle \begin{array}{l} CO \\ | \\ CH^2 \end{array} \right.$ dans lequel le groupe CH^2 se prête à des substitutions, analogues à celles que nous avons obtenues avec la men-

thone et la méthylhexanone ([1]), et aussi à des condensations avec les aldéhydes aromatiques.

M. Semmler ([2]) a, en effet, montré qu'en traitant la thuyone ou tanacétone par de l'éthylate de sodium et de l'aldéhyde benzoïque, on obtient un composé liquide $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CO \\ | \\ C = CHC^6H^5 \end{matrix}\right.$ qui se trouve être un isomère du benzylidènecamphre préparé autrefois par nous.

Nous avons reproduit ce composé et préparé des dérivés analogues avec d'autres aldéhydes aromatiques, dans le but de nous rendre compte de l'influence qu'exerce sur le pouvoir rotatoire de la molécule thuyone la présence d'un chaînon aromatique fixé sur le noyau par une double liaison.

La thuyone qui a servi à nos préparations distillait à 84° sous 13^{mm}, avait pour densité $D_4^{15} = 0,9206$ et comme pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +74°30'$.

Comme nous avons effectué nos condensations par l'intermédiaire d'amidure de sodium, au lieu d'éthylate, nous nous sommes d'abord assuré si cet amidure n'exerçait aucune autre action que l'action substituante sur la thuyone. Dans ce but, nous avons chauffé une solution éthérée de la cétone cyclique avec de l'amidure pulvérisé et avons régénéré la thuyone de sa combinaison sodée au moyen de l'eau. Après dessiccation, la cétone régénérée s'est montrée, comme point d'ébullition, identique au produit primitif, mais n'avait plus que le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +45°37'$.

Préparation des alcoylthuyones $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} CHR \\ | \\ CO \end{matrix}\right.$. — On dissout la thuyone dans deux fois son volume d'éther anhydre, on y ajoute la quantité théorique d'amidure de sodium bien pulvérisé et l'on chauffe au bain-marie dans un appareil à reflux. Quand la presque totalité de l'amidure a disparu, on introduit peu à peu l'iodure alcoolique et l'on continue à chauffer jusqu'à complète réaction. Après refroidissement, on agite avec de l'eau, on dessèche la liqueur éthérée surnageante, on sépare l'éther par distillation, et le liquide résiduaire est fractionné dans le vide.

Les produits obtenus sont en général des liquides mobiles, dont l'odeur rappelle vaguement celle de la thuyone et qui, tous, donnent très facilement des semi-carbazones.

([1]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 139; t. CXL, p. 127.

([2]) Semmler, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 4367.

La *méthylthuyone* $C^8H^{14}\left<\begin{array}{l}CH\,CH^3\\ |\\ CO\end{array}\right.$ bout à 90° sous 16mm; elle fournit une semi-carbazone qui cristallise très confusément dans l'alcool en donnant des croûtes blanches, fondant d'abord à 164°, pour se solidifier ensuite, et refondre à 183°-184°.

Indépendamment de ce produit monosubstitué, on obtient une certaine quantité de liquide bouillant à une température plus élevée et qui est sans doute constitué par de la diméthylthuyone.

L'*éthylthuyone* $C^8H^{14}\left<\begin{array}{l}CH\,C^2H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$ distille à 93°-96° sous 13mm. Sa semi-carbazone cristallise en petites aiguilles réunies autour d'un centre commun, peu solubles dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole et qui possèdent aussi deux points de fusion. Le premier est situé à 131° et le second à 171°.

La *propylthuyone* $C^8H^{14}\left<\begin{array}{l}CH\,C^3H^7\\ |\\ CO\end{array}\right.$ bout à 107°-110° sous 16mm. La semi-carbazone cristallise en petites aiguilles groupées comme celles de l'homologue inférieur et fondant à 164°-166°.

L'*allylthuyone* $C^8H^{14}\left<\begin{array}{l}CH\,C^3H^5\\ |\\ CO\end{array}\right.$ passe entre 108°-110° sous 15mm. La semi-carbazone se présente sous la forme d'aiguilles mamelonnées qui fondent à 130°-131°, pour se solidifier immédiatement après, et refondre à 150°-151°.

Comme la thuyone elle-même, tous ses homologues dévient la lumière polarisée à gauche.

Alcoylthuyones.	Densité $\frac{15}{4}$.	α pour $l = 50^{mm}$ et $t = 15°$.	$[\alpha]_D$.
Méthylthuyone.........	0,9102	— 7°.24′	—16°.16′
Éthylthuyone..........	0,9155	—22. 9	—48.23
Propylthuyone.........	0,9102	—22. 2	—48.28
Allylthuyone..........	0,9254	—23.30	—50.47

Étant donnée l'action qu'exerce l'amidure de sodium seul sur la rotation de la thuyone, on ne peut guère tirer de conclusions des nombres exprimant le pouvoir rotatoire des dérivés alcoylés de cette cétone. Ces nombres varient, d'ailleurs, d'une préparation à une autre de ces dérivés. C'est ainsi que deux préparations différentes de la méthylthuyone nous ont donné : la première, un produit de rotation $[\alpha]_D = -14°51'$, et la seconde, un liquide de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -16°16'$.

Nous nous proposons de revenir sur ces composés.

CONDENSATION DE LA THUYONE SODÉE AVEC DES ALDÉHYDES AROMATIQUES. — *Benzylidènethuyone* $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}C = CHC^6H^5\\ |\\ CO\end{smallmatrix}$. — Ainsi que nous l'avons indiqué, ce composé a été obtenu par M. Semmler (*loc. cit.*) en condensant de la thuyone avec de l'aldéhyde benzoïque en présence d'éthylate de sodium.

Nous avons reproduit ce dérivé en ajoutant l'aldéhyde aromatique à de la thuyone sodée au préalable par de l'amidure. Le produit de la réaction a été traité par l'eau, et le liquide éthéré surnageant, après avoir été séché, fut distillé et rectifié. On obtient un liquide jaunâtre et visqueux bouillant à 176°-178° sous 12mm (178° sous 9mm, Semmler), et présentant la composition du produit décrit par le savant allemand.

Anisylidènethuyone $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}C = CHC^6H^4OCH^3\\ |\\ CO\end{smallmatrix}$. — Préparé comme la benzylidène thuyone, ce dérivé se présente sous la forme de petites aiguilles blanches qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool, fondent à 85°. Il bout à 223°-224° sous 14mm.

Pipéronylidènethuyone $C^8H^{14}\langle\begin{smallmatrix}C = CHC^6H^3O^2CH^2\\ |\\ CO\end{smallmatrix}$. — Par condensation du pipéronal avec la thuyone sodée, on obtient la pipéronylidènethuyone qui cristallise en petites écailles blanches jaunissant à la lumière et fondant à 114°.

Pouvoirs rotatoires. — En solution dans l'alcool absolu, à 15°, pour une longueur de 100mm, ces dérivés ont accusé les pouvoirs rotatoires suivants :

	Poids de la substance dans 20cm³.	α.	[α]D.
	g	° ′	° ′
Benzylidènethuyone........	0,5901	—17,26	—590,8
Anisylidènethuyone........	0,5780	—23,58	—829,3
Pipéronylidènethuyone.....	0,4723	—18,04	—765,0

Les nombres qui précèdent montrent une fois de plus combien le pouvoir rotatoire de certaines molécules cycliques peut être exalté par la fixation, au moyen d'une double liaison sur le noyau actif, de radicaux aldéhydiques aromatiques. Comme pour les dérivés analogues et isomères du camphre [1],

---

[1] A. HALLER et P.-TH. MULLER, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1370.

nous remarquons qu'à concentration à peu près égale le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D$ de ces molécules va en augmentant de la benzylidènethuyone à la pipéronylidènethuyone pour arriver à 829°,3 avec l'anisylidènethuyone.

La température élevée à laquelle distillent tous ces composés et la facilité relative avec laquelle la thuyone peut être transposée en son isomère l'isothuyone, nous a fait craindre que, dans les conditions où nous avons opéré, notre cétone n'ait subi cette transformation isomérique et que nos produits ne soient des dérivés de l'isothuyone :

```
  CH³ CH³                          CH³ CH³
    \/                               \/
    CH                               CH
    |                                |
    C                                CH
CH²/ \C=CH—R                        / \C=CH—R
  |   |                        CH³C/   |
 CH\ /CO                            \\ /CO
    CH                               C
    |                                |
   CH³                              CH³
```

Dérivés de la thuyone. Dérivés de l'isothuyone.

Nous avons donc préparé de l'isothuyone dans le but d'obtenir de la pipéronylidèneisothuyone et de la comparer avec la pipéronylidènethuyone, son isomère. Wallach [1] prépare l'isothuyone en faisant bouillir pendant 8 à 10 heures au réfrigérant ascendant 25^g de thuyone avec 75^{cm^3} d'acide sulfurique dilué ($1^{vol}\,SO^4H^2 + 2^{vol}\,H^2O$), recueillant le produit et le rectifiant.

Nous avons trouvé plus simple d'introduire la thuyone dans de l'acide sulfurique concentré, refroidi à 0°, de verser ensuite le produit sur de la glace, de recueillir l'huile et de l'entraîner par un courant de vapeur d'eau. Les rendements en isothuyone sont supérieurs à ceux obtenus par le procédé de Wallach, la thuyone étant presque intégralement transformée en son isomère. A la rectification, il ne reste en effet qu'un faible résidu qui charbonne, en dégageant de l'acide sulfureux, quand on élève la température.

L'isothuyone obtenue dans ces conditions est un liquide jaunâtre, bouillant à 229°-231° à la pression ordinaire et qui possède par conséquent le

(1) WALLACH, *Ann. Chem.*, t. CCLXXXVI, p. 101, et t. CCCXXIII, p. 333.

même point d'ébullition (230°-231°) que lui assigne Wallach. Le produit préparé par nous avait le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +4°32'$, déviation probablement due à la présence de petites quantités de thuyone non transformée en son isomère.

Pipéronylidèneisothuyone $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = CH.C^6H^3.O^2CH^2\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$. — Ce corps a été préparé comme son isomère. De l'isothuyone, étendue de deux fois son volume d'éther sec, a été traitée par la quantité théorique d'amidure de sodium, puis, après le dégagement de l'ammoniaque, le dérivé sodé fut additionné d'une solution éthérée d'aldéhyde pipéronylique. On chauffe légèrement et l'on abandonne le mélange à lui-même jusqu'au lendemain. Après un traitement approprié, on obtient un corps manifestement jaune, assez peu soluble dans l'alcool froid, mais soluble dans l'alcool bouillant d'où il cristallise en aiguilles aplaties, très légères, d'un jaune foncé et fondant à 131°-132°.

Ce composé diffère donc notablement de son isomère par son point de fusion, ainsi que par sa couleur, qu'il doit, sans aucun doute, à sa fonction cétonique et aux deux doubles liaisons que renferme le noyau de la cétone.

Il est du reste complètement *inactif*, ce qui justifie l'opinion que nous avons émise plus haut, que la rotation de l'isothuyone est due à son mélange avec un peu de thuyone active.

M. **Berthelot** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de *Science et libre pensée*.

M. **Bertin** fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée *De l'expérience de traction transversale appliquée à l'étude de la résistance de l'eau à la marche des flotteurs*.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1905 *a*) *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **Ernest Esclangon.**

Observations de la comète Giacobini (1905 *a*).

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Mai 2.......	*a*	11.40. 0,78	+2.21,41	+6. 6,6	24 : 6
9.......	*b*	13.27.33,16	+1. 9,53	+3.59,0	20 : 5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.	B.B. VI, +46°, n° 1440	8.42.10,34	+0,18	43.41.13,5	−1,3
b.	A.G. Bonn, n° 7160	9.25.44,43	+0,24	41.14.55,2	−3,1

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 2.....	8.59.36,58	8.44.31,93	$+\bar{1},622$	43.47.18,8	−0,064
9.....	10.19.19,98	9.26.54,20	$+\bar{1},744$	41.18.51,1	−0,245

La comète, déjà très faible le 2 mai, est parvenue le 9 à l'extrême limite de visibilité à cause de la présence de la Lune; d'ailleurs le ciel était, ce jour-là, médiocre.

MAGNÉTISME. — *De l'influence de la concentration sur les propriétés magnétiques des solutions de cobalt.* Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

La méthode de mesure employée dans les expériences que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est la méthode de torsion de Becquerel.

Un parallélépipède de verre, immergé dans la solution, est suspendu entre les deux pôles d'un électro par deux fils d'argent parallèles de $0^{mm},04$ de diamètre et distants de 1^{mm} environ. Le parallélipipède étant amené dans une position déterminée, on excite l'électro et, en tordant le bifilaire, on ramène le système oscillant dans sa position première. Le sinus de l'angle de torsion, multiplié par l'excès du poids du système suspendu sur le poids de liqnide déplacé, est proportionnel au couple magnétique appliqué au parallélipipède.

L'angle de torsion est lu à la minute sur le limbe d'un goniomètre Babinet au centre duquel est suspendu le bifilaire.

Le système oscillant entraîne un petit miroir qui donne, sur une échelle transparente placée à 2^{m}, une image nette du filament d'une lampe à incandescence. Dans chaque expérience, on ramène par torsion le spot sur une même division de l'échelle.

Pour éviter les déplacements de zéro dus aux différences de poussée hydrostatique, le parallélépipède a été rendu mobile autour de deux axes horizontaux rectangulaires.

Le courant circulant dans l'électro est de 3 ampères, au lieu de 25 que supporte normalement l'enroulement. On évite ainsi l'échauffement du liquide pendant l'expérience et on réalise un courant plus constant tout en conservant à la mesure une sensibilité suffisante. Le courant peut être facilement défini à $\frac{1}{500}$ ampère près et maintenu constant à ce degré d'approximation.

La suspension bifilaire comporte une sensibilité d'autant moindre que la solution étudiée est plus étendue. En outre, elle complique les calculs. Mais elle m'a donné des résultats beaucoup plus concordants que la suspension unifilaire.

Résultats. — Soit A le coefficient d'aimantation d'une solution qui contient par litre N équivalents d'eau et n de sel. On peut écrire, en désignant par K′ et K des coefficients caractéristiques de l'eau et du sel,

$$A = K'N + Kn. \tag{1}$$

D'autre part, si les molécules dissociée et non dissociée ont, au point de vue magnétique, des propriétés différentes, on doit avoir

$$K = c\delta + c'(1-\delta), \tag{2}$$

c et c' étant des coefficients caractéristiques des molécules dissociée et non dissociée, et δ le degré de dissociation de la dissolution.

Dans le Tableau qui suit, les K sont rapportés à la température de 16°, température moyenne des expériences. Ils sont d'ailleurs exprimés en unités arbitraires. Pour ramener les K directement mesurés à leur valeur à 16°, on s'est servi des coefficients de variation avec la température donnés par Quincke. Les c et les c' ont été calulés, pour chaque sel, par comparaison de chaque solution à la suivante.

n.	δ.	K.	c.	c'.
		$CoCl^2$.		
0,3010	0,649	1410	»	»
0,6133	0,581	1397	1477	1286
1,4236	0,479	1366	1524	1220
2,9489	0,335	1326	1511	1233

n.	δ.	K.	c.	c'.
		$Co(AzO^3)^2$.		
0,3234	0,654	1394	1479	1233
0,6468	0,589	1378	1496	1209
1,2936	0,495	1351	1487	1228
2,5872	0,365	1316	»	»
		$CoSO^4$.		
0,3813	0,346	1338	1471	1368
0,7626	0,287	1324	1572	1324
1,5252	0,218	1300	1533	1239
3,0504	0,145	1279	»	»

On voit, d'après ces quelques chiffres, que :

K varie peu avec la concentration et la nature du radical acide (résultats de M. Quincke);

Pour chacun des sels étudiés, contrairement à ce que M. Meslin a observé pour les sels de cuivre, K diminue lorsque la concentration augmente.

La variation de K semble bien due à l'ionisation, au moins en ce qui concerne le nitrate de Co; pour le chlorure et le sulfate, les valeurs de c et de c' sont assez discordantes. La cause en est peut-être dans l'existence simultanée dans la solution de plusieurs hydrates, en proportion variable avec la concentration et de propriétés magnétiques différentes. J'ai déjà eu l'occasion de constater ([1]), en comparant les solutions de nitrate et de chlorure de cobalt au point de vue coloration, que les changements de couleur de ces dernières ne pouvaient s'expliquer uniquement par l'ionisation. Ce qui paraît justifier cette explication c'est qu'aux faibles concentrations, où l'état d'hydratation reste vraisemblablement stationnaire, les valeurs de c sont sensiblement les mêmes pour les trois sels.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sulfate ferrique basique.* Note de M. A. Recoura.

Au cours de recherches sur le sulfate ferrique, j'ai eu l'occasion d'isoler un sulfate basique dont la composition est intéressante en ce qu'elle donne des indications sur la constitution des sels ferriques hydratés. Ce sel ba-

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, février 1903.

sique joue, en outre, comme je le ferai voir, un rôle important dans les phénomènes qui se passent dans les solutions de sulfate ferrique, quand on les évapore, dans le but d'isoler le sulfate ferrique hydraté.

Préparation du sulfate basique. — On fait une dissolution concentrée de sulfate ferrique en mettant en contact du sulfate anhydre pur avec son poids d'eau; au bout de 24 heures environ le sulfate est complètement dissous et l'on obtient une solution brun foncé. Cette solution, quoique très concentrée, est partiellement hydrolysée et renferme de l'acide libre. Dans le but de séparer l'acide libre, on verse sur la liqueur 4 ou 5 fois son volume d'acétone, on agite quelques instants et l'on abandonne le tout dans un flacon bouché. Les deux liquides ne se mêlent pas et forment deux couches séparées. Au contact de la solution de sulfate l'acétone s'empare peu à peu de l'eau et de l'acide sulfurique libre, et l'on constate en effet que, d'une part, le volume de la solution aqueuse va en diminuant, et que, d'autre part, l'acétone, qui reste incolore, s'enrichit progressivement en acide sulfurique. Au bout de 2 jours de contact environ, la solution aqueuse commence à se solidifier, en se transformant en une matière solide, blanc jaunâtre, qui en quelques heures se boursoufle et prend l'aspect d'une éponge, occupant un volume très supérieur à celui de la dissolution primitive.

La transformation est alors terminée. On essore le mélange à la trompe, afin de séparer l'acétone de la matière solide. On constate que l'acétone n'a point dissous de sel ferrique, mais uniquement de l'acide sulfurique. La matière solide, qui est pulvérulente, est lavée plusieurs fois avec de l'acétone et abandonnée à l'air.

Composition. — On obtient ainsi une poudre blanc jaunâtre, très soluble dans l'eau, qui est un sulfate basique de composition bien définie. En faisant varier les conditions de la préparation, j'ai toujours trouvé la même composition, soit

Fe^2O^3............ 1^{mol} SO^3.......... $2^{mol},57$

ce qui correspond exactement à la formule

$$6[Fe^2O^3, 3SO^3], Fe^2O^3.$$

Ce sulfate basique est hydraté et la composition de l'hydrate conduit à des conclusions intéressantes. Il n'est pas possible de déterminer exactement la richesse en eau de l'hydrate à l'air libre, parce que sa composition varie légèrement avec l'état hygrométrique de l'air. Mais, si l'on étudie sa composition à l'étuve ou dans l'exsiccateur, on arrive à des résultats très nets.

Si on le chauffe à l'étuve à des températures régulièrement croissantes, on constate

que, jusque vers 120°, il perd de l'eau assez facilement; mais, au delà de 120°, la perte d'eau devient beaucoup plus lente et beaucoup plus difficile. Il était donc indiqué de déterminer sa composition à 120°.

Maintenue à l'étuve à 120° jusqu'à poids absolument constant, sa composition est la suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Fe^2O^3	1	1
SO^3	2,564	2,57
H^2O	2,56	2,57

La conclusion qui s'impose immédiatement est que, dans ce composé, H^2O est vraisemblablement uni à SO^3, c'est-à-dire que *dans ce sel l'acide existe à l'état de* SO^4H^2 *tout formé.*

Sa composition brute est donc exprimée par :

$$Fe^2O^3, (2,57) SO^4H^3,$$

ou en multipliant par 7 :

$$6[Fe^2O^3, 3SO^4H^2], Fe^2O^3.$$

Ceci est confirmé par l'étude de la composition de l'hydrate à l'air sec. Conservé dans un exsiccateur, il perd de l'eau d'abord assez rapidement, puis avec une extrême lenteur. Au bout de 6 mois il a atteint un poids constant. Sa composition est alors :

	Trouvé.	Calculé.
Fe^2O^3	1	1
SO^3	2,56	2,57
H^2O	5,57	5,57

ce qui conduit à la même conclusion relativement à l'existence de SO^4H^2 dans le composé. Sa formule brute est $7Fe^2O^3, 18SO^3, 39H^2O$ qu'on peut interpréter vraisemblablement ainsi :

$$6[Fe^2(OH)^6, 3SO^4H^2], Fe^2(OH)^6.$$

Ainsi donc la composition de ce sulfate basique apporte une confirmation aux idées émises par M. Wyrouboff (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 666) sur la constitution des sels des sesquioxydes. Pour M. Wyrouboff, dans un sel *normal*, l'hydrate $R^2(OH)^6$ et l'acide existent intégralement; l'intégrité des deux molécules est respectée et les deux parties constituantes conservent toutes leurs réactions, mais si l'intégrité est atteinte, si les hydroxyles deviennent matières à échanges, et si la combinaison se forme avec élimination d'une ou plusieurs molécules d'eau, on a, non plus des sels, mais des composés complexes dans lesquels les caractères propres de l'oxyde et de l'acide sont partiellement ou totalement dissimulés.

Il eût été intéressant de pouvoir vérifier ce dernier point sur les deux hydrates du sulfate basique que j'ai décrits. Malheureusement, contrairement à ce qui a lieu pour les composés complexes du chrome, qui conservent, au moins pendant quelque temps, en dissolution leur existence, ceux du fer sont immédiatement détruits par la dissolution.

Je montrerai prochainement que ce sulfate ferrique basique est intéressant à un autre point de vue et qu'il joue un rôle dans la formation du sulfate ferrique neutre hydraté solide, lorsque celui-ci prend naissance dans l'évaporation de sa dissolution.

CHIMIE MINÉRALE. — *Propriétés chimiques du chlorure anhydre de néodyme.* Note de M. **Camille Matignon**.

J'ai étudié précédemment un certain nombre de propriétés physiques du chlorure de néodyme [1]; la présente Note est consacrée à l'exposé de quelques-unes de ses propriétés chimiques.

Hydrogène. — Le chlorure anhydre chauffé dans l'hydrogène sec, depuis sa température de fusion jusque vers 1000°, reste complètement inaltéré; il n'y a pas trace de sous-chlorure.

Cette propriété, qu'il partage d'ailleurs avec le chlorure de praséodyme, les distingue tous deux du chlorure de samarium, lequel, dans les mêmes conditions, donne lentement un sous-chlorure de samarium $SmCl^2$ [2].

Dès maintenant, j'appelle l'attention sur cette différence de propriété, différence importante qui peut être utilisée pour la séparation du samarium, comme je le montrerai par la suite.

Oxygène. — L'air sec conduit lentement sur le chlorure fondu le transforme peu à peu en oxychlorure cristallisé $NdOCl$. On peut suivre la réaction, grâce à la différence de teinte présentée par le chlorure fondu et l'oxychlorure; le premier est brun, presque noir, tandis que l'oxychlorure est clair; ce dernier est en outre infusible à 1000°.

2g,3836 de chlorure, après une expérience prolongée pendant huit heures, ont subi une diminution de poids de 0g,5253, correspondant exactement à la réaction

$$NdCl^3 + O = NdOCl + Cl^2.$$

	Trouvé.	Calculé.
Poids d'oxychlorure rapporté au poids de chlorure	77,96	78,00

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXIII, 1901, p. 289; t. CXL, 1905, p. 1339.

(2) C. Matignon et E. Cazes, *Bulletin de la Société philomathique,* 9e série, t. VI, 1904, p. 269.

L'oxychlorure se présente au fond de la nacelle en petites lamelles très brillantes de teinte mauve, la plus grande partie de la matière s'est accumulée sur les bords en donnant une masse très dure formée par un agrégat des mêmes cristaux. Examinés au microscope, les cristaux les mieux formés ressemblent beaucoup à la fluorine, ils n'ont pas d'action sensible sur la lumière polarisée et sont très probablement cubiques. L'arrêt très net de la réaction au terme oxychlorure montre qu'au-dessous de 1000° il est impossible, dans ces conditions, de passer à l'oxyde.

Eau. — L'eau conduit au même résultat que l'oxygène. Le chlorure est d'abord fondu dans un courant d'hydrogène sec, puis l'hydrogène est ensuite chargé de vapeur d'eau; il y a peu à peu départ de gaz chlorhydrique et transformation en oxychlorure qui se présente exactement avec le même aspect que précédemment. 3g,0130 après 3 heures de réaction ont donné 2g,3550 d'oxychlorure,

$$NdCl^3 + H^2O = NdOCl + 2HCl,$$

	Trouvé.	Calculé.
Poids d'oxychlorure	78,16	78,00

Chlore. — Le chlore liquide est sans action sur le chlorure de néodyme. Ce dernier corps, maintenu pendant 3 ans au contact de l'élément liquide sec et soumis pendant ce temps aux variations de température extérieure, n'a pas laissé apparaître le moindre cristal sur les parois du tube. Il n'y a ni action chimique, ni dissolution sensible.

HI. — Le gaz iodhydrique sec transforme lentement le chlorure en iodure. La réaction est très délicate à conduire : il faut chauffer assez fort pour que la substitution se produise et éviter d'autre part la fusion du mélange, sinon la réaction, ne se produisant plus que par la surface, devient extrêmement lente et pratiquement impossible à achever.

$$NdCl^3 + 3HI = NdI^3 + 3HCl.$$

Dans une première expérience, 0g,6778 de chlorure ont donné 1g,4047 d'iodure; dans une deuxième, 0g,9853 ont fourni 2g,0584 d'iodure.

	I.	II.	Calculé.
Poids d'iodure rapporté au poids de chlorure...	207,25	208,91	209,60

L'iodure fondu est un produit noir qui se solidifie en gardant sa couleur foncée; au-dessous de sa température de fusion, il existe une température pour laquelle la substance devient subitement claire. Ce changement de teinte correspond évidemment à une transformation allotropique, transformation qui se produit en sens inverse par échauffement.

HBr. — Ce gaz se comporte comme son analogue l'acide iodhydrique, il change le chlorure en bromure.

Le bromure de néodyme, comme le chlorure, présente à chaud une coloration foncée qui faiblit peu à peu par refroidissement, pour donner à la température ordinaire un corps qui rappelle tout à fait le chlorure, tant par sa teinte que par sa forme cristalline.

0g,9343 de chlorure ont donné, après l'action du gaz bromhydrique, une substance pesant 1g,4172 :

$$NdCl^3 + 3HBr = NdBr^3 + 3HCl.$$

	Trouvé.	Calculé.
Poids de bromure rapporté au chlorure......	151,7	153,20

AzH^3. — L'ammoniac est sans action sur le chlorure de néodyme à la température du rouge; à froid, le gaz est absorbé abondamment, la matière augmente beaucoup de volume en même temps que la teinte s'affaiblit; il se forme plusieurs composés d'addition en ce moment à l'étude.

PH^3. — Ce gaz ne décompose pas le chlorure de néodyme avec formation de phosphure.

PAl. — Le phosphure d'aluminium ne fait pas la double décomposition avec le chlorure de néodyme au-dessous de 1000°; il n'y a pas départ de chlorure d'aluminium et, quand on examine le produit final, on reconnaît au microscope les cristaux caractéristiques de phosphure d'aluminium (1) dilués dans la masse du chlorure fondu. Repris par l'eau, le mélange se sépare aussitôt en chlorure soluble et phosphure initial insoluble et attaquable lentement par l'eau.

C^2H^2. — A froid, l'acétylène ne se fixe pas sur le chlorure de néodyme. A chaud, l'acétylène éprouve les phénomènes de polymérisation connus, mais la décomposition est activée par la présence du chlorure qui agit comme agent catalytique. A la fin de l'expérience, la nacelle est remplie par une masse solide noire, mélange intime de charbon et de chlorure. L'eau délite cette masse en dissolvant le chlorure initial et abandonnant le charbon qui se présente parfois avec une surface très réfléchissante. Ce charbon ne contient pas trace de graphite, car il se dissout intégralement dans le mélange acide azotique et chlorate de potasse.

En résumé, l'étude systématique des propriétés chimiques du chlorure de néodyme conduit à la préparation d'un oxychlorure cristallisé par deux méthodes distinctes ainsi qu'à la préparation des bromure et iodure de néodyme anhydres, composés qui se trouvent ainsi préparés pour la première fois. En outre, l'action de l'hydrogène établit une différence importante entre le néodyme et l'élément voisin, le samarium. Ces études chimiques sont continuées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode de détermination des chaleurs spécifiques des solutions. Chaleur moléculaire des bons et des mauvais électrolytes.* Note de MM. **P.-Th. Muller** et **C. Fuchs**, présentée par M. A. Haller.

Les bons électrolytes se distinguent des autres substances, en solution aqueuse, par un grand nombre de propriétés. Nous avons voulu nous rendre

(1) C. Matignon, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1391.

compte de l'allure des deux classes de corps au point de vue des chaleurs spécifiques, et, pour éviter les variations de température considérables qu'exige la méthode de la fiole, nous avons eu recours au chauffage électrique.

On fait passer un courant *constant*, toujours de même durée, à travers une résistance totalement immergée dans le liquide du calorimètre et constituée par un serpentin de verre rempli de mercure. L'élévation de température est d'environ 2°,5. La quantité de chaleur cédée au système est la même dans chaque expérience, puisque le coefficient de température de la résistance électrique du mercure est inférieur à $\frac{1}{1000}$. On règle facilement la constance du courant (fourni par des accumulateurs) à l'aide d'un ampèremètre sensible et d'un rhéostat de précision. Nous évitons de faire des mesures électriques et évaluons directement, avec le thermomètre, la quantité de chaleur constante q, dans le calorimètre rempli d'eau.

Soient a le poids en eau du calorimètre, du serpentin, etc., p le poids de la solution, c sa chaleur spécifique, θ l'élévation de température corrigée, l'équation

$$(a+pc)\theta = q$$

nous donne la chaleur spécifique de la solution, à la température de l'expérience.

Les résultats obtenus sont très concordants si l'on a soin d'agiter mécaniquement le liquide du calorimètre et de fermer celui-ci par un couvercle convenable. L'erreur relative ne dépasse pas deux millièmes.

La chaleur moléculaire de la solution est $(M+18n)c$, où M désigne le poids moléculaire du corps dissous, n le nombre de molécules d'eau qui dissolvent M. Si l'on admet d'abord que l'eau dissolvante conserve la chaleur spécifique 1, on voit que la chaleur moléculaire du corps *dissous* est égale à $(M+18n)c-18n$.

Cette chaleur moléculaire varie avec la dilution et diminue à mesure qu'on étend la solution ; elle peut même devenir négative, ainsi qu'il résulte des travaux de Marignac et de Thomsen.

Par contre, et il semble que cette remarque n'ait pas encore été faite, cette diminution continue de la chaleur moléculaire ne s'observe que chez les bons électrolytes, la variation est nulle ou très peu accentuée pour les électrolytes médiocres. C'est ce que nous avons vérifié en étudiant les alcools méthylique, éthylique, propylique, les acides formique, acétique, propionique, butyrique, lactique et borique. L'ammoniaque et la saccharose que Marignac et Thomsen avaient compris dans leurs recherches se comportent de même.

A quoi attribuer cette différence fondamentale? Dès 1879, M. Berthelot (¹) mentionnait, à propos des chaleurs spécifiques des solutions, la

(¹) BERTHELOT, *Mécanique chimique*, t. I, p. 508.

formation probable « d'hydrates dissous qui existent au sein de la liqueur dans un état de dissociation partielle, variable avec la quantité d'eau et la température ». Admettons d'ailleurs, avec Puschl (¹), que la chaleur spécifique de l'eau combinée est inférieure à celle de l'eau libre, et nous nous rendons compte de la chaleur spécifique négative de certains électrolytes. La variation de cette grandeur indique que l'hydrate change de composition, la quantité d'eau fixée croissant à mesure que l'on dilue davantage.

Quant à la constance de la chaleur spécifique des mauvais électrolytes, elle nous porte à croire que ces molécules s'hydratent beaucoup moins que les bons électrolytes, en sorte que les changements d'hydratation deviennent négligeables.

Les bons électrolytes existant surtout sous la forme d'ions et les médiocres sous la forme de molécules neutres, il s'ensuit que l'hydratation, décelée par l'étude des chaleurs spécifiques, est, en général, corrélative de l'existence d'ions. Ce sont principalement les ions qui s'hydratent, et la quantité d'eau combinée croît constamment avec la dilution, dans les limites des expériences, c'est-à-dire jusqu'à la concentration quart-normale. MM. Jones et Getman (²) sont arrivés à des conclusions semblables dans leur étude de la conductibilité et de la dépression cryoscopique des solutions concentrées. De notre côté, nous poursuivons les recherches relatives à la chaleur spécifique des dissolutions.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les formiates de mercure.* Note de M. Raoul Varet.

On ne connaît pas les chaleurs de formation des formiates de mercure, aussi ai-je institué quelques expériences en vue de déterminer les principales données thermochimiques relatives à ces composés. Ce sont les résultats obtenus au cours de cette étude que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

I. Formiate mercureux. — *Préparation.* — L'oxyde jaune de mercure se dissout facilement dans l'acide formique étendu pour donner du formiate mercurique. Ce dernier se transforme rapidement en formiate mercureux

(¹) Puschl, *Monatshefte,* t. XXII, 1901, p. 77.

(²) Jones et Getman, *Amer. chemic. J.,* t. XXXII, 1904, p. 308.

cristallisé selon l'équation

$$2Hg(CHO^2)^2 = Hg^2(CHO^2)^2 + CH^2O^2 + CO^2.$$

C'est cette réaction que j'ai utilisée pour préparer le sel qui a servi à mes déterminations.

Données thermochimiques. — Pour déterminer la chaleur de formation du formiate mercureux, j'ai utilisé deux méthodes qui se contrôlent mutuellement.

1. On fait agir sur le sel de mercure solide un excès d'iodure de potassium dissous. Il se produit d'abord, entre les sels en présence, une double décomposition complète, qui engendre du formiate de potassium dissous et de l'iodure mercureux précipité. Ce dernier sel est décomposé par l'excès d'iodure alcalin en mercure métallique précipité et iodure mercurique qui se dissout. On mesure ensuite l'effet thermique dû aux actions réciproques qui s'exercent dans la liqueur finale, entre les iodures de potassium, de mercure et le formiate de potasse. J'ai ainsi trouvé vers 17°

$$(1)\left\{\begin{array}{ll} Hg^2(CHO^2)^2\text{ sol.} + 12{,}5KI(1^{mol} = 2^l) & \\ \quad = Hg\text{ liq.} + HgI^2\text{ diss.} + 2KCHO^2\text{ diss.} + 10{,}5KI\text{ diss., dégage} \ldots & +31^{Cal},67 \\ HgI^2\text{ diss.} + 10{,}5KI\text{ diss.} + 2KCHO^2\text{ diss. dégage} \ldots & +0^{Cal},1 \end{array}\right.$$

Sachant que, dans les mêmes conditions, la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) de $2KI$ dissous dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 dissous $+30^{Cal},8$ et que celle de $2KCHO^2$ dissous dégage $+326^{Cal},2$, on en conclut :

$$Hg^2\text{ liq.} + C^2\text{ diamant} + H^2\text{ gaz.} + 2O^2\text{ gaz.} = Hg^2(CHO^2)^2\text{ sol. dégage.} \quad +175^{Cal},2$$

2° Dans l'autre méthode dont je me suis servi pour déterminer la chaleur de formation du formiate mercureux, j'ai utilisé la solution d'iodure alcalin qui m'avait servi dans les expériences précédentes, mais additionnée d'iode, cette fois. Dans ce cas tout le mercure est transformé en iodure mercurique.

J'ai trouvé vers 17° :

$$(2)\left\{\begin{array}{ll} Hg^2(CHO^2)^2\text{ sol.} + 12{,}5\,KI\text{ diss.} + 5I\text{ diss.} & \\ \quad = 2HgI^2\text{ diss.} + 2KCHO^2\text{ diss.} + 10{,}5KI\text{ diss.} + 3I\text{ diss. dégage.} & +63^{Cal},08 \\ 2HgI^2\text{ diss.} + 2KCHO^2\text{ diss.} + 10{,}5\,KI\text{ diss.} + 3I\text{ diss. dégage..} & +0^{Cal},2 \end{array}\right.$$

En utilisant les mêmes données auxiliaires que précédemment, et tenant compte de la chaleur de dissolution de I^2, soit $-0^{Cal},2$, on en conclut :

$$Hg^2\text{ liq.} + C^2\text{ diamant} + H^2\text{ gaz} + 2O^2\text{ gaz} = Hg^2(CHO^2)^2\text{ sol. dégage}\ldots \quad +175^{Cal},0$$

J'adopterai comme moyenne pour la formation du formiate mercureux solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

$$Hg^2\text{ liq.} + C^2\text{ diamant} + H^2\text{ gaz} + 2O^2\text{ gaz} = Hg^2(CHO^2)^2\text{ sol. dégage}\ldots \quad +175^{Cal},1$$

II. Formiate mercurique. — *Données thermochimiques.* — *a.* L'oxyde jaune de mer-

cure récemment précipité se dissout instantanément dans un grand excès d'acide formique étendu.

J'ai trouvé vers 18° :

HgO préc. + $8CH^2O^2$ ($1^{mol} = 2^{lit}$)
= $Hg(CHO^2)^2$ diss. + H^2O liq. + $6CH^2O^2$ diss. dégage.............. + $7^{Cal},6$

b. Il est moins aisé de fixer rigoureusement la chaleur de neutralisation de l'oxyde mercurique par la quantité équivalente d'acide formique.

La dissolution complète de l'oxyde exige quelques minutes, pendant lesquelles le formiate mercurique formé se décompose partiellement en formiate mercureux, acide formique et anhydride carbonique. Néanmoins, cette transformation étant au début lente et régulière, il est possible de fixer la quantité de chaleur qui lui correspond et qui vient accroître l'effet thermique dû à la neutralisation de l'oxyde mercurique par l'acide formique.

En tenant compte de cette réaction secondaire, j'ai trouvé, vers 19° :

HgO sol. + $2CH^2O^2$ ($1^{mol} = 2^l$) = $Hg(CHO^2)^2$ diss. + H^2O liq., dégage.. + $5^{Cal},85$

On en conclut :

Hg liq. + C^2 diamant + H^2 gaz + $2O^2$ gaz + eau = $Hg(CHO^2)^2$ diss., dégage.. + $161^{Cal},5$

En résumé, on a, pour la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) des formiates de mercure, les valeurs suivantes :

Hg^2 liq. + C^2 diamant + H^2 gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(CHO^2)^2$ sol. dégage... + $175^{Cal},1$
Hg liq. + C^2 diamant + H^2 gaz + $2O^2$ gaz + eau = $Hg(CHO^2)^2$ diss..... + $161^{Cal},5$

On a également

$Hg(CHO^2)^2$ diss. + $6CH^2O^2$ diss. dégage.......................... + $1^{Cal},8$

Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus par M. Berthelot pour l'acétate mercurique et de ceux que j'ai donnés pour l'acétate mercureux.

Ils expliquent la transformation rapide du formiate mercurique en formiate mercureux, acide formique et anhydride carbonique ; réaction qui dégage + $53^{Cal},2$. De même la décomposition du formiate mercureux en mercure liquide, acide formique liquide et anhydride carbonique gazeux met en liberté + $20^{Cal},7$. Des divers modes de décomposition de ce sel que l'on peut imaginer, c'est celui qui correspond au maximum thermique.

Ces réactions sont des conséquences du principe du travail maximum et en fournissent de remarquables confirmations.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouvelles substances azotées dinaphtopyraniques.* Note de M. A. **Robyn**, présentée par M. A. Haller.

M. Fosse a établi antérieurement que le bromure de dinaphtopyryle réagit sur la diméthyl et la diéthylaniline pour donner des amines aromatiques dialcoylées résultant du remplacement d'un atome d'hydrogène du noyau de l'amine par le radical dinaphtopyryle. Nous nous sommes proposé d'étudier l'action du bromure de pyryle sur d'autres amines.

Ayant fait réagir ce sel sur l'aniline, l'ortho-, la méta-, la paratoluidine et l'α-naphtylamine, nous avons obtenu de nouvelles substances azotées mono ou dipyrylées qui dérivent, par élimination d'hydracide, soit de molécules égales des corps réagissants, soit de 1^{mol} de base et de 2^{mol} de bromure de pyryle.

Nous les représentons par des formules brutes :

1° *Dinaphto-pyryle-aniline :*

$$C^6H^6.Az.CH\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle O.$$

Cristaux blancs fondant vers 250°-253° en se décomposant, solubles dans le benzène et le toluène; insolubles dans l'alcool.

2° *Dinaphto-pyryle-ortho-toluidine :*

$$C^7H^8.Az.CH\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle O.$$

Corps blanc cristallisé fondant à 270°-271°. Soluble dans le benzène et le toluène.

3° *Bis-dinaphto-pyryle-méta-toluidine :*

$$C^7H^7Az\left[CH\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle O\right]^2$$

fond à 275°. Moins soluble dans le benzène que les précédents.

4° *Dinaphto-pyryle-para-toluidine :*

$$C^7H^8Az.CH\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle O$$

fond à 232°-233°. Soluble dans le benzène et le toluène.

5° *Dinaphto-pyryle-α-naphtylamine :*

$$C^{10}H^8Az.CH\langle\begin{matrix}C^{10}H^6\\C^{10}H^6\end{matrix}\rangle O.$$

Cristaux légèrement colorés fondant à 255°-260°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Stéréoisomérie des deux iodométhylates*. Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Il résulte de nos récentes expériences (*Comptes rendus*, 13 juin 1905) que, dans l'action de l'iodure de méthyle sur la spartéine, il y a toujours formation de deux iodométhylates isomériques. Quelle est la nature de cette isomérie?

La spartéine, rappelons-le, est une diamine bitertiaire. Si l'on désigne par A et B les deux atomes d'azote, il est naturel d'admettre, *a priori*, que, dans l'un des isomères, c'est l'azote A qui porte l'iodure de méthyle, tandis que, dans le second, c'est l'azote B, l'isomérie se traduisant dès lors par les deux formules suivantes :

$$\left.\begin{matrix}CH^3\\I\end{matrix}\right\rangle Az_{(A)} \equiv C^{15}H^{26} \equiv Az_{(B)}, \qquad Az_{(A)} \equiv C^{15}H^{26} \equiv Az_{(B)}\left\langle\begin{matrix}CH^3\\I.\end{matrix}\right.$$

Nous allons montrer, par des expériences simples et d'une grande netteté, qu'il faut rejeter cette manière de voir.

a. Prenons l'iodhydrate d'iodométhylate de MM. Scholtz et Pawlicki ((*Arch. de Pharm.*, 1904), $[\alpha]_D = -17^\circ 1$ d'après nos expériences), très facile à obtenir par l'action à 100° de l'iodure de méthyle sur la spartéine en solution méthylalcoolique, et que nous avons appelé antérieurement *iodhydrate d'iodométhylate* α. Soumettons ce corps à l'action progressive de la chaleur, dans un ballon muni d'un tube latéral et chauffé au bain d'acide sulfurique. On constate, à 232° (corr.), une décomposition assez brusque du produit, et un liquide distille, qui présente tous les caractères de l'iodure de méthyle. Lorsque la réaction est terminée, le contenu du ballon est un liquide limpide, à peine coloré. Par refroidissement, il se solidifie en une masse blanche, entièrement cristallisée, laquelle, chauffée de nouveau, fond à 230°. Ce nouveau corps est de l'iodhydrate de spartéine. Il est, en effet, très soluble à chaud et peu soluble à froid dans l'eau, la soude en libère de la spartéine, et son pouvoir rotatoire coïncide avec celui de l'iodhydrate de spartéine préparé par l'action directe de l'acide sur la base. Ajoutons que la perte de poids subie par l'iodhydrate d'iodométhylate a été trouvée sensiblement égale à la perte théorique; en sorte que l'équation suivante exprime très exactement la réaction :

$$C^{15}H^{26}Az^2.CH^3I.HI = C^{15}H^{26}Az^2.HI + CH^3I.$$

Nous avons observé que le second iodhydrate d'iodométhylate découvert par nous (isomère α′) subit la même décomposition sous l'influence de la chaleur. L'expérience

a été faite sur un mélange des deux isomères riche en isomère α'; la réaction a commencé à une température un peu inférieure à la précédente, l'élimination d'iodure de méthyle s'est effectuée en proportion quantitative, et le résidu final était identique à l'iodhydrate de spartéine obtenu en partant de l'isomère α.

Les faits qui précèdent nous autorisent immédiatement à formuler une importante conclusion : *l'iodure de méthyle est fixé au même atome d'azote dans les deux iodométhylates isomériques.*

En effet, dans chacun des deux iodhydrates d'iodométhylate, il est clair que l'un des atomes d'azote porte l'iodure de méthyle et le second l'acide iodhydrique. Or, après leur décomposition par la chaleur, c'est le même iodhydrate qui demeure comme résidu dans les deux cas. Donc, dans les deux iodhydrates d'iodométhylate, c'est le même azote (soit l'azote A) qui portait l'acide iodhydrique; et, par suite, c'est également sur le même azote (soit l'azote B) que se trouvait fixé l'iodure de méthyle.

b. On peut alléguer, à la rigueur, que, la décomposition des deux iodhydrates d'iodométhylate isomériques se faisant à une température relativement élevée, elle peut être accompagnée, dans l'un des deux cas, d'une migration moléculaire, dont le résultat serait le transport de l'acide iodhydrique de l'un des atomes d'azote sur l'autre, lequel serait seul capable de donner un iodhydrate stable. Malgré le peu de vraisemblance de cette supposition, nous avons tenu à apporter à l'appui de notre thèse une preuve décisive.

Ayant chauffé de l'iodhydrate de spartéine, avec un excès d'iodure de méthyle à 135°, nous avons observé qu'il s'était formé, à côté d'une très forte proportion d'iodométhylate α, une certaine dose d'iodométhylate α' (l'un et l'autre étant naturellement combinés à l'acide iodhydrique).

Ici, l'un des deux azotes (soit l'azote A) était initialement bloqué par l'acide iodhydrique; c'est donc l'autre azote, et l'autre seul, qui demeurait apte à fixer de l'iodure de méthyle. Puisque deux iodométhylates ont pris naissance dans la réaction, l'iodure de méthyle s'est nécessairement fixé, dans l'un et l'autre cas, sur l'azote B.

Résumé et conclusions. — 1° Les deux iodhydrates d'iodométhylate de spartéine isomériques se décomposent quantitativement, sous l'action de la chaleur, en iodure de méthyle et iodhydrate de spartéine, lequel est le même dans les deux cas;

2° L'action de l'iodure de méthyle sur l'iodhydrate de spartéine donne naissance aux deux iodométhylates (unis à l'acide iodhydrique);

3° Dans les deux iodométhylates isomériques, l'iodure de méthyle est fixé sur le même azote.

Il suit de là que l'isomérie des deux corps ne peut être due qu'à une disposition différente des radicaux autour du même atome d'azote dans l'espace : en d'autres termes, elle est d'ordre stéréochimique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé.* Note de M. **Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

On sait que le mélange de deux colloïdes de signe électrique opposé donne lieu, en général, à un précipité et que ce précipité est soluble dans un excès de l'un ou de l'autre des colloïdes. On sait, d'autre part, que les colloïdes sont, en général, précipitables par les électrolytes; et, de plus, que c'est la valence du métal qui commande la précipitation des colloïdes négatifs, la valence de l'acide qui commande celle des colloïdes positifs.

Il est intéressant de rechercher si l'addition d'un nouveau corps au mélange de deux colloïdes de signe opposé est capable d'en modifier la précipitation mutuelle. On peut se demander, en particulier, si l'addition de ce corps est en état de faciliter ou, au contraire, d'empêcher la formation du précipité. On peut se demander, en outre, si le précipité formé est dissociable en ses éléments. Ces questions se rattachent directement à celle des colorants et des décolorants, d'une part, à celle de l'immunité (toxines, antitoxines, sensibilisatrices, etc.), de l'autre.

Je me suis proposé d'abord d'étudier l'influence des *électrolytes* sur la précipitation mutuelle des colloïdes. Mes recherches ont porté, en particulier, sur les couples suivants : hydrate ferrique colloïdal (colloïde positif) et bleu d'aniline (colloïde négatif); hydrate ferrique colloïdal (positif) et bleu de méthyle (négatif); hydrate ferrique colloïdal (positif) et rouge congo (négatif); d'autre part, sulfure d'arsenic colloïdal (négatif) et hydrate ferrique colloïdal (positif); sulfure d'arsenic colloïdal (négatif) et violet de méthyle (positif). J'ai employé les électrolytes suivants : azotate et sulfate d'ammonium, azotate et sulfate de sodium, azotate et sulfate de zinc, azotate de baryum.

1° *Le mélange des deux colloïdes de signe opposé donne lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale; l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des deux colloïdes fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci.*

Voici un exemple :

Expérience du 2 juin 1905. — Hydrate ferrique colloïdal, solution dialysée contenant $0^g,75$ de fer par litre. Bleu d'aniline, solution dialysée contenant $1^g,25$ par litre. Sulfate d'ammonium en solution saturée. Les mélanges sont, dans chaque cas, amenés au même volume par addition d'eau distillée.

1.	2^{cm^3} bl. +	1 goutte	fer coll.	: Traces de précipité; liqueur surnageante bleue.
2.	» +	2 gouttes	»	: Précipité plus abondant; liqueur bleu pâle.
3.	» +	3 »	»	: Précipité total; liqueur incolore.
4.	» +	5 »	»	: Précipité total; liqueur incolore.
5.	» +	10 »	»	: Précipité partiel (redissolution du précipité); liqueur bleu violet.

D'autre part, l'addition de sulfate d'ammonium, capable de précipiter l'hydrate ferrique colloïdal, donne dans les mêmes conditions :

6.	2^{cm^3} bl. +	10 gouttes sulf. ammon.	+	1 goutte	fer coll.	: Précipité partiel; liqueur bleue.
7.	» +	» »	+	2 gouttes	»	: Précipité partiel; liqueur bleue.
8.	» +	» »	+	3 »	»	: Précipité partiel; liqueur bleue.
9.	» +	» »	+	5 »	»	: Précipité partiel; liqueur bleue.
10.	» +	» »	+	10 »	»	: Précipité partiel; liqueur bleue.

Le précipité partiel augmente avec la quantité de fer.

L'action inhibitrice de l'électrolyte, qui dans un couple tel que le précédent précipite le colloïde positif, est d'autant plus énergique, toutes choses égales d'ailleurs, que la valence de l'acide est plus élevée.

L'action inhibitrice de l'électrolyte, qui dans un couple (tel que, par exemple, sulfure d'arsenic colloïdal et violet de méthyle) précipite le colloïde négatif, est d'autant plus énergique, toutes choses égales d'ailleurs, que la valence du métal est plus élevée.

2° *Le précipité résultant du mélange de deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié, en général, par l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des éléments du couple.*

Ainsi, l'addition de sulfate d'ammonium (capable de précipiter l'hydrate ferrique colloïdal) au précipité de bleu d'aniline et hydrate ferrique colloïdal met en liberté le bleu d'aniline; l'addition de sulfate d'ammonium au précipité de rouge congo et hydrate ferrique colloïdal met en liberté le rouge congo, etc.

Toutefois les colloïdes très instables, tels que les colloïdes métalliques,

ne paraissent pas susceptibles de solubilisation nouvelle après précipitation totale. En outre, certains précipités ne sont pas dissociables; c'est le cas notamment des précipités granuleux que donnent le sulfure d'arsenic colloïdal et le violet de méthyle.

3° *Si, à des mélanges contenant une quantité constante d'un colloïde* A (*négatif, par exemple*) *et des quantités croissantes d'un électrolyte ne précipitant pas ce colloïde, on ajoute une même quantité d'un colloïde* B (*positif*), *on observe les effets suivants : il se produit toujours un précipité; ce précipité est composé, pour des quantités faibles de l'électrolyte, d'un mélange de* A *et* B, *pour des quantités croissantes de l'électrolyte, de* B *seul, enfin, pour des quantités plus fortes encore de l'électrolyte, d'un mélange de* A *et* B.

Il en résulte que les liqueurs surnageantes contiennent au début une quantité minime du colloïde A, puis des quantités croissantes, et enfin des quantités décroissantes de celui-ci.

Voici un exemple : expérience du 16 juin 1905. — Mêmes liqueurs que dans l'expérience du 2 juin.

1. 2^{cm^3} bl. + 5 gouttes fer coll. : Précipité total; liqueur incolore.
2. 2^{cm^3} bl. + 5 gouttes fer coll. + 1 goutte sulf. amm. dilution $\frac{1}{20}$: Précipité abondant; liqueur bleu très pâle.
6. 2^{cm^3} bl. + 5 gouttes fer coll. + 1 goutte sulf. amm. dilution $\frac{1}{10}$: Précipité moins abondant; liqueur plus foncée.
20. 2^{cm^3} bl. + 5 gouttes fer coll. + 5 gouttes sulf. amm. saturé : Précipité partiel (minimum); liqueur bleu foncé (coloration maxima).
24. 2^{cm^3} bl. + 5 gouttes fer coll. + 40 gouttes sulf. amm. saturé : Précipité abondant; liqueur bleu très pâle (même aspect que 2).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur une nouvelle forme du tartrate de thallium et sur les mélanges isomorphes des tartrates de thallium et de potassium.* Note de M. **Jean Herbette**, présentée par M. L. Maquenne.

Le tartrate droit neutre de Tl a été obtenu par Des Cloizeaux sous la

forme de cristaux hydratés, $2C^4H^4O^6Tl^2, H^2O$, appartenant au système binaire; ces cristaux ont été considérés par Rammelsberg comme isomorphes avec ceux du tartrate de K. Cependant une solution de tartrate de K ne cristallise pas si l'on y jette un fragment du sel de Des Cloizeaux; une solution équimoléculaire des deux tartrates de Tl et de K, amorcée de la même façon, laisse déposer du tartrate de Tl pur.

D'autre part, une solution fortement concentrée de tartrate de Tl, amorcée à l'aide du tartrate de K, donne naissance à des cristaux qui ont la même composition que ceux de Des Cloizeaux, mais des propriétés toutes différentes. Nous les désignerons sous le nom de *forme* M.

Par ses caractères cristallographiques la forme M, dont nous indiquons ci-dessous les constantes, se rapproche beaucoup du tartrate de K. Nous avons cru utile de rappeler les constantes de ce dernier sel, en respectant les paramètres calculés par Marignac.

Tartrate de Tl (forme M).	Tartrate de K.
Système terbinaire.	Système binaire.
$a:b:c = 3,1056:1:3,9407$	$a:b:c = 3,0869:1:3,970$; $\beta = 89^\circ 10'$
Négatif; $r > v$	Négatif; $r < v$
Plan des axes parallèle à 010	Plan des axes perpendiculaire à 010
Biss. aig. perpendiculaire à 001	Biss. aig. à 21° de la normale à 001, dans l'angle 001-$\bar{1}$00
2E = 70° (rouge), 69° (jaune), 66° (bleu)	2E = 102° (rouge), 104° (vert), 106° (violet)

Comme le tartrate de Tl et celui de K, tout en présentant des formes très voisines, appartiennent à des systèmes cristallins différents, il semblait intéressant de rechercher s'ils donneraient des mélanges isomorphes. Or nous avons pu préparer, en faisant varier dans la solution aqueuse les proportions des deux sels et en amorçant chaque fois avec du tartrate de K, 17 échantillons de cristaux mixtes; la teneur en Tl a passé de 71,2 pour 100 dans le premier échantillon à 3,8 dans le 17e. Les cristaux ont toujours été proportionnellement plus riches en Tl que la solution, et jamais leur composition n'a paru être celle d'un sel double.

Au point de vue cristallographique, il nous a paru avantageux de répartir les cristaux mixtes ainsi obtenus en cinq types, non pas que nous ayons constaté le passage brusque d'un type à l'autre, mais parce qu'il devient plus facile, par cet artifice, de faire ressortir les modifications progressives

du réseau. On trouvera, dans le Tableau suivant, les caractères de ces cinq types, et la teneur en Tl des échantillons qui les ont fournis :

Type.	Teneur en Tl pour 100.	a.	c.	β.
Tartrate de Tl (forme M)...	72,21	3,1056	3,9407	90° 0'
Type mixte I............	71,2 à 68,6	3,162	3,980	89.34
» II............	67,5 à 60,7	3,1765	4,065	88.56
» III...........	54,0 à 49,7	3,100	4,000	88.36
» IV...........	42,5 à 19,7	3,077	3,990	88.44
» V............	15,5 à 6,0	3,081	3,990	88.59
Tartrate de K............	3,8 à 0,0	3,0869	3,970	89.10

La forme M, ainsi que les types I et II, se présente en prismes limités par 001, 100, $\bar{1}01$, 101 et leurs parallèles; pourtant 101 et sa parallèle manquent généralement dans la forme M; à l'extrémité, qui est d'ordinaire la seule intacte, se trouvent les faces 311, $\bar{3}1\bar{1}$, accompagnées, dans quelques individus du type II, par les faces 115, $\bar{1}1\bar{5}$. Les types III, IV et V offrent le même aspect prismatique, les faces 100, $\bar{1}00$ tendant à prédominer dans les deux derniers; mais, tandis que le type III porte les faces $\bar{1}11$, $11\bar{1}$, les types IV et V portent 111, et $\bar{1}1\bar{1}$, l'autre extrémité du cristal, qui est très rarement intacte, ne montrant guère que $0\bar{1}0$.

Les propriétés optiques se modifient d'une manière continue; nous signalons ci-dessous les étapes les plus caractéristiques :

Teneur en Tl.	Plan des axes.	Angle de la biss. aig. avec la normale à 001 — apparent.	réel.	Dispersion.	2E (jaune).
72,21 pour 100 (forme M).	010	0°	0°	$r > v$	69°
54,0..................	010	11	»	$r > v$	84
Environ 32,0..........,	»	21	13	»	0
3,8....................	perp. à 010	26	»	$r < v$	91
0,0 (tartrate de K)......	perp. à 010	»	21	$r < v$	103

Comme on le voit, lorsque la teneur en Tl diminue, l'angle des axes augmente d'abord, puis décroît jusqu'à devenir nul, et enfin les axes s'écartent dans un plan perpendiculaire à leur plan primitif. L'uniaxie ne paraît pas se réaliser à la fois pour toutes les radiations; d'ailleurs un même cristal, de 3^{mm} ou 4^{mm} de long, peut présenter les axes optiques dans 010 à l'une de ses extrémités, et dans un plan perpendiculaire à l'autre extrémité.

De l'ensemble de ces faits deux conclusions semblent résulter :

I. Il existe, entre le tartrate de Tl et celui de K, qui appartiennent à des systèmes cristallins différents, un véritable isomorphisme.

II. Les propriétés des cristaux mixtes que fournissent ces deux sels ne

varient pas proportionnellement à la composition chimique; et en particulier l'angle β, qui est égal à 90° dans le tartrate de Tl, passe, lorsque la teneur en Tl diminue, par un minimum de 88°36', pour se rapprocher ensuite progressivement de la valeur 89°10' qu'il possède dans le tartrate de K. Un cas analogue a déjà été signalé par M. Groth à propos du perchlorate et du permanganate de potassium.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'air liquide sur la vie de la graine.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis que l'on peut produire facilement par la liquéfaction des gaz des températures très basses, plusieurs observateurs tels que [1] R. Pictet, Cas. de Candolle, Brow et Escombe, Thyselton Dyer, s'appuyant sur ce fait que des graines ont pu résister pendant quelques heures, et même plusieurs jours, à des froids oscillant de — 40° à — 250°, en ont conclu que dans ces conditions l'abaissement de température arrêtait complètement les phénomènes vitaux et que la matière vivante pouvait conserver aussi longtemps qu'elle restait congelée son aptitude à revenir à la vie.

Une pareille opinion, bien qu'elle puisse être vraisemblable, étant en complet désaccord avec l'idée que tous les biologistes se font de la continuité des phénomènes de la vie, méritait d'être l'objet de nouvelles recherches.

Nous avons donc refait les expériences de nos prédécesseurs, en nous efforçant de les rendre plus précises, et surtout en apportant notre attention sur l'étude du protoplasma de la cellule.

Les graines sur lesquelles portait notre investigation furent partagées en quatre lots, placés chacun dans des tubes que fermait un bouchon de liège percé.

Le premier lot possédait dans leur état de dessiccation naturelle des graines de Ricin, de Pin pignon, de Courge, de Févier, de Sarrazin, de Maïs, de Blé, d'Avoine, de Fève, de Lupin, de Pois, de Vesce, de Luzerne, de Navet et de Radis.

Le deuxième lot était constitué de graines de Ricin, de Pin pignon, de Courge, de Maïs, de Fève, de Pois et de Lupin, aussi dans leur état de dessiccation naturelle, mais décortiquées.

Les graines qui composaient le troisième lot avaient été desséchées par le vide, la baryte caustique et la chaleur, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus eu de perte de poids.

---

(1) Raoul Pictet et Cas. de Candolle, *Arch. Sc. nat. de Genève*, 1895. — Brow et Escombe, *Royal Soc. Proc.*, Vol. LXII, 1895, p. 161. — Thysilton Dyer, *Ann. of Botany*, t. CXIII, p. 599-606.

C'étaient celles de la Courge, du Maïs, du Sarrazin, du Lupin, du Pois et de la Fève.

Enfin le quatrième lot comprenait des graines de Pois, de Luzerne et de Fève ayant gonflé dans l'eau pendant 12 heures.

Les quatre tubes qui contenaient ces lots furent plongés dans l'air liquide, que nous devions à la gracieuse obligeance de M. d'Arsonval et de la Société de l'air liquide.

Au bout de 130 heures de l'action d'une température qui devait osciller entre — 185° et — 192°, après évaporation de l'air liquide, les graines furent retirées, une partie fut mise à germer et l'autre fut conservée pour être étudiée. Quelques jours plus tard, nous constations les résultats suivants :

Dans le premier lot, n'avaient germé parfaitement que les graines de Fève, de Pois, de Lupin, de Vesce, de Luzerne, de Cresson alénois, de Radis, de Blé, d'Avoine; celles de Courge, de Maïs, de Sarrazin ne donnèrent que de rares germinations; celles de Ricin, de Févier, de Pin pignon, plus riche en eau, avaient été toutes congelées.

Parmi les graines décortiquées du deuxième lot, seules, la Fève, le Lupin, le Pois avaient levé.

Dans le quatrième lot, toutes les graines desséchées germèrent; dans le cinquième, toutes les graines gonflées furent anéanties.

Ayant examiné plusieurs des graines qui furent tuées, nous avons vu que la mort ne pouvait être due qu'à deux causes agissant, soit séparément, soit simultanément : les variations brusques de pression des gaz contenus dans les tissus, notamment dans les faisceaux ligneux de l'embryon, et la congélation du contenu de la cellule.

La graine de Courge décortiquée, qui aurait pu résister si elle avait eu son tégument, est l'exemple le plus typique d'une graine tuée par les variations de pression qu'ont subies les gaz accumulés dans les faisceaux du bois; toute une partie de la radicule et de la tigelle est parcourue par des fentes nombreuses qui partent en rayonnant du cylindre central; les cotylédons, séparés de l'axe hypocotylé, ont pu cependant verdir, ce qui prouve que, sans l'explosion qui a morcelé l'embryon, la plantule aurait très bien pu germer.

L'action simultanée de ces deux causes se présente fort bien dans le Ricin, où non seulement la radicule de l'embryon et l'albumen sont remplis de fentes, mais où encore les cellules congelées, examinées au microscope, dans une solution de rouge neutre, nous offrent la plupart des phénomènes de décollement du sac protoplasmique et de la contraction du noyau, décrits déjà par MM. Matruchot et Molliard [1] dans leur étude sur le gel.

De l'ensemble de ces résultats se dégage la conclusion suivante : c'est que la résistance des graines aux basses températures dépend uniquement de la quantité d'eau et de gaz que renferment leurs tissus. Si cette quantité d'eau et de gaz est suffisante, le froid désorganise le protoplasma et le noyau et rend tout retour à la vie impossible, mais si le protoplasma a atteint déjà, par la dessiccation, son maximum de concentration, et, par là même,

---

[1] MATRUCHOT et MOLLIARD, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 788.

son minimum d'activité, il échappe complètement à l'action des basses températures, il ne gèle pas ([1]) et la graine, alors, conserve son pouvoir germinatif comme par le passé.

Dans ces conditions, on comprendra qu'il nous est impossible de voir dans cette résistance des graines à l'action des basses températures (comme les auteurs précités), un argument en faveur de la suspension de la vie.

Pour résoudre ce problème, il faudrait des expériences, d'une durée qui dépasse de beaucoup la longévité du pouvoir germinatif des graines et ne jamais constater, même après des années d'immersion dans l'air liquide, aucune baisse dans leur aptitude à germer.

BIOLOGIE. — *Un ennemi du café au Tonkin : le* Xylotrechus *du bambou sec.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

Les colons du Tonkin avaient remarqué que le voisinage des bambous nuisait à la bonne venue des caféiers et que les ravages des *Xylotrechus* se trouvaient exagérés dans ces conditions.

Cette remarque intéressante est justifiée par mes dernières observations.

Les bambous secs qui servent dans les plantations de couvertures d'étables, de charpentes ou de clôtures sont parasités par un *Xylotrechus* qui vit également dans le bois du caféier (*C. Arabica*).

J'ai pu, pendant mon dernier séjour à Thi-Pé (province de Hoa-Binh), suivre le cycle évolutif complet de cette forme intéressante et mettre hors de doute le fait énoncé ci-dessus.

Dans les bambous infestés depuis déjà longtemps par ce *Xylotrechus,* on aperçoit de loin en loin des orifices de 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre, tout à fait comparables à ceux que l'on trouve dans les tiges de caféiers attaqués. Ce sont les orifices de sortie des adultes. Si l'on enlève l'écorce et une partie du bois sans atteindre la cavité centrale du bambou, on se trouve en présence de galeries qui présentent les mêmes caractères que celles qui sont creusées dans les caféiers (galeries comblées par de la sciure de bois agglutinée).

([1]) Les expériences de M. d'Arsonval sur la levure de bière nous montrent que le secret de la résistance de ces organismes à la congélation doit être cherché dans les énormes pressions osmotiques combinées à la tension superficielle que peut supporter le protoplasma concentré des cellules (*Comptes rendus,* t. CXXXIII, p. 84-86).

En poursuivant les recherches, on ne tarde pas à rencontrer des larves à tous les états (puppes, nymphes) et même des adultes sur le point d'effectuer leur sortie, ainsi que le montre la préparation que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

Dans cette Note succincte je ne parlerai que de l'adulte, réservant l'étude des larves pour un Mémoire plus étendu.

L'adulte diffère notablement de la forme *Xylotrechus quadrupes* (*Chevr.*) que j'ai étudiée dans une Note précédente. Un coup d'œil jeté sur le dessin montre les particularités suivantes :

1° Le *Xylotrechus* du bambou a une apparence plus élancée, des antennes plus filiformes, des dessins un peu différents sur les élytres et le thorax (les bandes noires étant plus étroites et la troisième bande des élytres étant transformée en deux points);

2° La couleur est plus jaune que celle du type que l'on peut appeler classique;

3° Enfin, les deux formes ne s'accouplent pas entre elles alors qu'il est très facile d'observer l'accouplement de chaque forme prise isolément.

Il semble donc qu'entre l'espèce récoltée dans les bambous et l'espèce décrite sous le nom de *Xylotrechus quadrupes*, il y ait un ensemble de caractères assez importants pour justifier l'établissement de deux espèces distinctes. Cependant, je dois faire deux remarques importantes :

1° Mis dans des boîtes d'élevage, les adultes extraits du bambou pondent de préférence sur les tiges du caféier;

2° Les coolies que j'employais à ces recherches m'ont apporté un grand nombre d'adultes extraits des galeries du caféier, que tous leurs caractères font rentrer dans la forme vivant dans le bambou. Dans la plantation dirigée par M. Moutte où je faisais cette étude, le pourcentage des formes bambou paraît très faible, mais il n'en n'est pas de même dans d'autres plantations où cette forme domine visiblement.

De ces remarques, on peut conclure que le *Xylotrechus* (forme du bambou) est un ennemi redoutable des caféiers et qu'il y a lieu de conseiller aux planteurs d'éloigner soigneusement les bambous secs de leurs plantations ou de ne les utiliser qu'après les avoir mis à l'abri du parasite (immersion dans une solution de sulfate de fer?).

Enfin, si l'on songe à la différence, comme milieu nutritif, du bois sec de bambou et du bois vert du caféier, on est en droit de se demander si les deux formes correspondent réellement à deux espèces distinctes, et si le *Xylotrechus quadrupes* n'est pas un type modifié par l'évolution de sa larve dans un milieu nouveau et ne dérive pas de la forme du bambou.

Les caféiers ne sont cultivés que depuis peu de temps au Tonkin (quinze à seize ans au maximum); leur propagation se fait par semis, ce qui rend improbable l'importation directe d'un parasite vivant exclusivement sur les tiges. Dans ces conditions, et si l'on n'admet pas l'importation directe, je

ne vois guère que deux hypothèses plausibles pour expliquer la présence de ces deux formes dans les caféiers :

1° La forme *Xylotrechus quadrupes*, spécifiquement différente du *Xylotrechus* du bambou, provient d'un hôte inconnu appartenant à la flore du pays;

2° La forme *Xylotrechus quadrupes* n'est qu'une transformation de la forme du *Xylotrechus* du bambou.

L'élevage des larves dans des milieux différents (bambou, caféier sec et caféier vert) permettra peut-être de choisir en connaissance de cause entre ces deux hypothèses.

ANTHROPOLOGIE. — *Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens. Relations anthropologiques entre les tribus de la montagne et les castes de la plaine.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les montagnes dont j'ai décrit les habitants dans une Note précédente confinent à deux groupes dravidiens, les *Tamouls* et les *Malabars*.

Les *Tamouls*, qui ont été les plus étudiés comme type des Dravidiens, ont subi de nombreuses vicissitudes; les formes sociales anciennes ne survivent que très altérées. Les *Parias* dont on a beaucoup parlé en sociologie et en littérature sans bien expliquer leur situation constituent la plus basse caste. Les Brahmanes les rejettent comme impurs; au contraire ils ont accepté dans leur cadre social et religieux, en les assimilant aux *Sudras*, c'est-à-dire à la plus basse caste hindoue, la caste dravidienne des *Vellalas*, cultivateurs propriétaires que certains vestiges non douteux indiquent comme une ancienne noblesse territoriale.

Il n'y a pas de différence tranchée comme aspect physique entre ces castes de la plaine, non plus qu'entre elles et les tribus de la montagne. La plupart des Vellalas, comme un grand nombre de Parias, et aussi bien certains montagnards ont, en même temps qu'un teint très foncé, des cheveux lisses et des traits fort peu négritiques, ou des traits de mulâtre. Mais quand on a sous les yeux des ensembles, on perçoit une gradation manifeste, qui apparaît en chiffres dans les moyennes.

Voici les moyennes de mes mesures sur les Parias et les Sudras tamouls dans la région même (district de Coïmbatour) où ils se trouvent en contact avec les Malasser. Je rappelle les chiffres de ceux-ci comme point de repère [1].

---

(1) Dans ce qui suit, comme précédemment, il n'est question que des hommes; les chiffres des femmes, quand j'ai pu en avoir, suivent les mêmes variations avec un écart systématique.

	Indice		
	nasal.	céphalique.	Taille.
43 Malasser............	79	76,2	159
42 Parias........... ...	77,7	76,7	162
31 Sudras..............	74	78	161

Les Parias, qui ont, conformément à la loi de Risley, un indice nasal plus élevé que les Sudras, se placent à ce point de vue entre les Sudras et les tribus de la montagne.

L'indice céphalique présente une variation concomitante, mais c'est une brachycéphalie relative qui s'accuse avec la leptorhinie.

Du côté opposé, dans les collines boisées qui forment le dernier gradin au revers des monts d'Anémalé, vivent, sur des défrichements sommaires, de petites tribus, non divisées en castes et extérieures au système social de la plaine. Ce sont les *Malayer* (ou *Malarayas*); leur physique est assez semblable à celui des Malasser ou des Kader dont ils sont le pendant; c'est-à-dire qu'au milieu du mélange ordinaire de types on distingue certains individus très négritiques.

Dans la plaine, le pays Malabar offre une société restée plus archaïque, où les vieilles formes dravidiennes sont plus faciles à saisir, que du côté tamoul. On trouve là une caste nombreuse de serfs attachés à la glèbe, qu'on appelle *Poulayer* ou *Cheroumas*; ils me paraissent représenter l'état primitif des Parias tamoul. La terre et les Poulayer appartiennent en général aux *Nayer* qui sont historiquement connus comme une noblesse, une classe dominante de propriétaires fonciers portant l'épée; mais sont acceptés dans la religion brahmanique seulement au titre de Sudras.

A la lisière même de la forêt, les *Oullader* sont des tribus de jungle passant à l'état servile; enfin les *Ijawer* sont des ouvriers agricoles, libres, mais impurs pour les Brahmanes.

Au point de vue physique les Ijawer et les Poulayer, à part la petite taille de ces derniers, n'ont rien qui les caractérise dans la masse des Dravidiens. Les Nayer sont souvent mulâtres, mais quelques-uns d'entre eux peuvent se comparer comme traits aux plus beaux types de l'Europe; leurs habitudes marquent une certaine crainte du grand soleil.

Voici les moyennes que j'ai recueillies sur les populations du Malabar:

	Indice.		
	nasal.	céphalique.	Taille.
16 Malayer............	81	76,8	153
12 Oullader...........	80	76	156
50 Poulayer...........	77	74,5	155
31 Ijawer.............	73	73,3	159
14 Nayer..............	75	73,2	163

Comme du côté tamoul, les tribus et castes rangées dans un ordre à la fois géographique et social présentent une variation systématique des moyennes. L'indice nasal va en s'abaissant des montagnards aux hommes libres de la plaine ([1]), les serfs tenant le milieu; l'indice céphalique a une variation plus régulière encore, mais, cette fois, la dolichocéphalie augmente à mesure qu'on s'éloigne du type négroïde.

On voit ainsi les populations relativement platyrhiniennes, libres ou serves, en contact et pénétration réciproque avec deux populations leptorhiniennes, l'une un peu plus dolichocéphale, l'autre moins dolichocéphale qu'elles-mêmes; entre ces deux influences, leur indice moyen n'oscille que de 74 à 77.

L'examen d'un autre massif montagneux conduit à des chiffres presque identiques.

Le *Waïnaad*, plus au Nord, est un plateau assez accessible entre le Malabar, sensiblement tel que nous venons de le voir et d'autres populations dravidiennes qui ont été reconnues mésaticéphales, *Kourg* et les *Kanaras* (Maïsour). Les populations caractéristiques du Waïnaad sont, d'une part : les *Panyer*, les négroïdes les plus accusés et les plus homogènes que j'aie vus, et probablement qui existent dans toute l'Inde, fait assez inattendu dans un pays aussi ouvert; ils ont encore des mœurs de chasseurs de la jungle, mais sont serfs de Nayer venus du Malabar avec de petites colonies de leurs Poulayer; d'autre part, des tribus vivant de leur côté sur leurs propres cultures, fortement négroïdes encore, mais plus mélangées; tels sont les *Naïker* et les *Kouroumbas,* que leur langue rattache aux Kanaras.

	Indice		
	nasal.	céphalique.	Taille.
54 Panyer	84	74	154
28 Kouroumbas	81	75	157
12 Naïker	80	76,9	157

L'indice nasal et l'indice céphalique moyens présentent donc des valeurs très voisines dans des groupes homologues, malgré la séparation géographique, et des variations systématiques entre groupes contigus suivant le degré du métissage. Ce qui conduit à leur attribuer une grande importance comme caractères ancestraux.

Je crois être maintenant en droit de conclure que les Dravidiens actuels

---

(1) L'indice nasal obtenu pour les Nayer est vraisemblablement trop élevé; la série est à tout point de vue insuffisante; les recherches sur les hautes castes exigent des précautions diplomatiques et critiques que je n'avais pas le temps de réaliser dans ce voyage.

ont eu des ancêtres plus noirs qu'eux-mêmes, mais distincts des Negritos andamanais dont l'indice céphalique moyen est 83.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de schistes à Graptolithes dans le Haut-Atlas marocain*. Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. de Lapparent.

J'ai récemment eu l'occasion de parcourir, durant plusieurs mois, certaines régions du Bled es Siba (pays insoumis), dans l'Empire chérifien, grâce à la généreuse initiative du *Comité du Maroc*.

Attaché à l'une des principales missions organisées par ce Comité (mission Segonzac) j'ai pu effectuer, d'abord un voyage dans le Maroc septentrional, puis explorer la chaîne du Haut-Atlas. J'ai recoupé cette dernière un certain nombre de fois sur une étendue de plus de 300^{km}.

Je me propose de soumettre à l'Académie les résultats principaux de mes recherches dans ces régions, dont la plupart n'avaient jamais été pénétrées par un Européen.

Le but de la présente Note est de signaler l'existence de schistes à Graptolithes dans le Haut-Atlas.

Au centre de la chaîne affleurent, sur une étendue considérable, un ensemble de schistes argileux gris, bruns ou noirs, avec intercalation de lits ou de bancs de grès quartziteux diversement colorés. C'est dans les schistes de ce système que j'ai trouvé (dans les Aït Mdioual, à environ 30^{km} plus au sud et à peu près sur le méridien de la ville de Demnat) des plaquettes recouvertes d'empreintes assez nombreuses dont l'examen fait l'objet de cette étude.

Les schistes sont, en cet endroit, d'un noir mat ou d'un brun ocracé; ils renferment, en deux points, séparés par quelques centaines de mètres, des restes de Graptolithes transformés en matière charbonneuse et parmi lesquels je crois pouvoir distinguer :

Monograptus runcinatus Lapw., *M. vomerinus* Lapw., *M.* cf *priodon* Barr., *M.* cf *Salteri* Gein., *Diplograptus* sp., *Rastrites peregrinus* Barr. [1].

Si l'on tient compte de la rapidité avec laquelle j'ai dû faire une récolte (5 à 6 minutes), à cause de l'insécurité du pays, on se fera une idée de la richesse probable de ce gisement fossilifère.

Les *Monograptus* abondent, ils sont de beaucoup prédominants, tandis que les

(1) Je prie M. Charles Barrois d'agréer l'hommage de ma respectueuse reconnaissance pour les précieux conseils qu'il a bien voulu me donner au sujet de la détermination de ces Graptolithes.

Diplograptus et les *Rastrites* sont représentés par des individus assez rares. Il me paraît difficile de spécifier certaines formes, à cause de leur mauvais état de conservation, mais seule, la coexistence des trois genres précités suffit à caractériser le Gothlandien inférieur (Llandovery).

Les schistes à Graptolithes des Aït Mdioual affleurent à des altitudes variant de 1500^m à 2000^m au centre de la haute chaîne qui subit là une assez forte convexité vers le sud et se montre étalée dans le sens de la méridienne. Les Graptolithes occupant une situation stratigraphique assez élevée, dans le système des schistes, réapparaissent, en plusieurs points, à la faveur de plis anticlinaux assez aigus qui finissent, plus au sud, par se déverser sur des schistes carbonifères.

J'aurai l'occasion de revenir bientôt avec quelques détails sur la structure du Haut-Atlas dans cette région.

L'extension des schistes à Graptolithes, dans la chaîne, me paraît considérable. Ils se poursuivent nécessairement plus à l'est et, vers l'ouest, j'ai pu les recouper plusieurs fois, jusqu'au col de Bibaoun, sur une étendue d'au moins 200^{km}. C'est à ces schistes que doivent être associés les calcaires à Orthocères du Dj. Ifgig signalés par M. Brives.

Les Graptolithes des Aït Mdioual constituent le troisième des gisements de ces organismes, jusqu'ici reconnus en Afrique.

Le premier a été signalé par mon regretté maître Munier-Chalmas sur des échantillons de schistes noirs, alunifères, rapportés par M. F. Foureau du Tindesset [1]. Il a fourni à l'illustre géologue des exemplaires de *Climacograptus*, dont M. E. Haug a repris l'étude dans un très important Mémoire en cours d'impression [2].

Depuis, M. G.-B.-M. Flamand a décrit un remarquable gisement de Graptolithes, à Haci-el-Kenig, à 400^{km} au nord-ouest du premier, d'après des matériaux rapportés par le capitaine Cottenest; il cite : *Diplograptus* cf. *palmeus, Climacograptus* et *Monograptus* aff. *priodon*. Comme le fait remarquer M. E. Haug, l'association de ces trois genres permet de placer « les schistes d'Haci-el-Kenig à l'extrême base du Gothlandien ».

Ce gisement et celui du Haut-Atlas se trouvent donc sur le même niveau auquel celui du Tindesset pourrait peut-être encore appartenir aussi.

Ainsi se trouveraient répartis, sur l'étendue considérable de près de 2000^{km}, des affleurements de ce remarquable horizon stratigraphique.

---

(1) MUNIER-CHALMAS, *Notice sur les travaux scientifiques*, Lille, 1903, p. 94.

(2) *Documents scientifiques de la Mission saharienne* (*Paléontologie*, p. 753-756).

GÉOLOGIE. — *Sur la formation de la grotte de Rochefort (Belgique) et sur la théorie des effondrements.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

L'opinion qui attribue la formation des grands abîmes, bétoires et points d'absorption des eaux à des effondrements de *bas en haut*, provoqués par les courants souterrains, compte encore trop de partisans, car cette manière de voir est inexacte environ neuf fois sur dix.

Mes récentes explorations dans le sous-sol de la Belgique, avec MM. Van den Broeck et Rahir, ont multiplié à souhait les arguments en faveur de la théorie contraire (que j'ai formulée dès 1889 avec G. Gaupillat; voir *Comptes rendus*, 14 octobre 1889), à savoir que les gouffres et pertes des terrains fissurés sont, pour la plupart, des cassures agrandies de *haut en bas* par la pénétration et le travail des eaux externes.

Le plus remarquable de ces nouveaux témoignages est celui de la classique grotte de Rochefort (vallée de la Lomme), qui se compose de : 1° quatre cheminées obliques, vrais abîmes ouverts entre 225^m et 235^m d'altitude sur le plateau de Beauregard et désignés en Belgique sous le nom spécial d'*aiguigeois*; 2° deux grandes salles où aboutissent les quatre abîmes et que réunissent d'étroits couloirs entre 175^m et 205^m d'altitude; 3° un ruisseau souterrain à peine accessible, vers 168^m d'altitude; en somme trois étages principaux présentant une dénivellation extrême d'environ 65^m.

On a affirmé jusqu'à présent que les eaux perdues dans le fond de la vallée de la Lomme (vers 175^m d'altitude), au pied du plateau de Beauregard, ont causé les effondrements des quatre aiguigeois en pénétrant dans des cavernes de corrosion *antérieures au creusement de la vallée* (*voir* E. Dupont, *Annales de la Société belge de Géologie*, t. VII, 1893). Il n'en est rien et, en rectifiant cette erreur, on établit du même coup que *le creusement des vallées et celui des cavernes ont marché de concert* et sans antériorité notable de l'un sur l'autre. Voici comment :

La topographie, la géologie, l'hydrologie des environs de Rochefort montrent péremptoirement quand on les examine avec soin, que les eaux extérieures y ont successivement passé par les quatre phases suivantes :

1° Sur le plateau, écoulement très large de puissantes eaux sauvages (vers 225^m à 250^m de l'altitude actuelle), probablement durant le Pliocène ou même le Miocène comme dans tous les plateaux et monts calcaires (Espagne, Causses, Alpes, Jura, Souabe, Karst, Caucase, Grèce, etc.); dès lors se manifestèrent, dans le lit fissuré de

ces eaux, des pertes, des *captures souterraines* qui ouvrirent les abîmes (1er étage de Rochefort); postérieurement ceux-ci ont pu être agrandis par des *éboulements de détail;* mais ces *aiguigeois de plateaux* ont inauguré le *processus* d'absorption des eaux à l'époque du niveau supérieur de la Lomme.

2° Début du creusement et de l'encaissement de la vallée de la Lomme, avec pertes et captures à *flanc de coteau,* représentées par les orifices supérieurs de grottes telles que le Pré-au-Tonneau, le Nou-Molin, etc., vers 200^m^ d'altitude, qui sont étagés en *aiguigeois des pentes.*

3° Approfondissement du thalweg, ouverture des orifices inférieurs de ces grottes et captures basses consécutives (*aiguigeois de chavées* ou des fonds de vallées). A ces deux phases correspond la dilatation de l'étage moyen de la grotte de Rochefort.

4° Abandon progressif de la vallée par la Lomme contemporaine; déperdition dans le troisième étage (en cours de creusement) de Rochefort : c'est la phase *actuelle* de l'enfouissement, du dessèchement et de la *fuite* des eaux.

Ces *crans* de descente continue sont symétriques entre l'extérieur et l'intérieur du sol.

Ce n'est certes pas un complaisant hasard qui fait coïncider, sur les plateaux et dans les vallées d'une part, et dans les abîmes et les cavernes d'autre part, cet échelonnement en partie double des *manifestations capturantes et enfouissantes.* Je me réserve de montrer, par d'autres exemples en d'autres régions, qu'il y a là une véritable loi de l'*évolution hydrologique des calcaires* en général.

En ce qui concerne la grotte de Rochefort, je me borne à insister sur cette notion nouvelle, que ses aiguigeois de plateaux ne sont nullement (à l'origine du moins) des effondrements de *bas en haut* postérieurs à la formation de la caverne; mais qu'au contraire ils sont *la cause* et non *l'effet* et qu'ils représentent de primitifs points d'absorption, ayant servi d'amorces au creusement même du système.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'évolution des Mammifères fossiles.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

M. Depéret m'ayant fait l'honneur d'associer mon nom à celui de M. Albert Gaudry, à propos des critiques qu'il a cru pouvoir adresser à notre éminent maître, je prie l'Académie de vouloir bien accueillir quelques lignes en réponse à la Note de M. Depéret (1).

Le distingué professeur de l'Université de Lyon, pour démontrer ce qu'il appelle la défectuosité des méthodes employées jusqu'ici en Paléonto-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1517.

logie, a choisi deux exemples de filiation, celle des Ursidés et celle des Équidés.

M. Depéret nous attribue à tort l'idée d'avoir donné la phylogénie directe des Ours. Lorsque M. Albert Gaudry et moi nous avons publié un Tableau de l'histoire des Ours, telle que les connaissances paléontologiques permettaient alors de la concevoir, nous n'avons pas eu la prétention de dresser un arbre généalogique, ainsi que le prouve une Note placée au bas de la page 113 de notre travail (1) et qui paraît avoir échappé à M. Depéret.

Nous croyons, disions-nous, devoir répondre d'avance à une observation qui pourrait nous être faite à propos de ces planches. En composant une série de mâchoires empruntées à divers animaux fossiles, nous ne prétendons pas que les espèces choisies soient dérivées les unes des autres. Nous ne nous croyons pas autorisés, par exemple, à affirmer que les *Hyænarctos* des Siwaliks soient descendus de l'*Hemicyon* de Sansan. Pour représenter les stades évolutifs qui ont dû se succéder dans un ordre chronologique ascendant, nous avons voulu choisir des formes *réelles*. Il est très possible que les fossiles choisis ne dérivent pas les uns des autres. Nous pensons simplement qu'ils sont voisins des formes qui ont réalisé les passages intermédiaires entre les types originels et les types actuels.

Nous sommes encore très éloignés du moment où les paléontologistes pourront prétendre avoir découvert les arrière-grands-pères, les grands-pères, les pères, les fils, les petits-fils, les arrière-petits-fils d'une même lignée. Ce que nous connaissons est insignifiant à côté de ce qui reste à connaître. Nous l'avons dit nous-mêmes depuis longtemps : « Il est rare qu'on trouve la filiation directe d'un fossile ».

Depuis notre travail sur les Ours, M. Gaillard, élève et collaborateur de M. Lortet, a découvert, dans le Miocène moyen de la Grive-Saint-Alban, un Ours, qui est moins Ours que les autres, ainsi qu'on devait s'y attendre, puisque c'est une forme plus ancienne. Il lui a donné le nom suggestif d'*Ursus primævus*, le considérant comme un Ours, quoiqu'il ait parfaitement vu ses différences. Aussitôt un savant bavarois en a fait un genre nouveau, *Ursavus*. M. Depéret approuve cette création générique. Selon nous, la multiplication des noms de genres est funeste à la Science, car elle dissimule les enchaînements ou les rapports des êtres entre eux : les noms d'espèces doivent servir à marquer les différences des êtres, les noms de genres doivent servir à marquer leurs stades évolutifs.

---

(1) *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires;* fasc. IV : *les Oubliettes de Gaugas,* 1892.

Quoi qu'il en soit, l'animal de la Grive-Saint-Alban prouve que le type Ours est représenté par des formes plus anciennes que celles connues jusqu'à la découverte de M. Gaillard. Les constatations de cette nature se présentent continuellement aux paléontologistes. Et M. Albert Gaudry reconnut le premier la portée du fait nouveau, quand il écrivit à M. Gaillard : « La découverte d'un Ours dans le Miocène moyen montre que l'on ne peut faire descendre les Ours des *Hyænarctos* actuellement connus (1) ». Mais cela n'empêche pas de penser que le type Ours s'est accentué progressivement par l'élargissement des arrière-molaires jusqu'à l'*Ursus spelœus*, quaternaire, qui en est l'expression la plus parfaite.

Au sujet de la filiation des Équidés, M. Depéret suppose que l'on admet encore une série évolutive partant de *Palæotherium* pour aboutir à *Equus* par l'intermédiaire d'*Anchitherium* et d'*Hipparion*. Or il y a près d'un quart de siècle que cette vue est abandonnée par la plupart des paléontologistes qui considérent *Palœotherium* et *Hipparion*, non comme des ancêtres directs des chevaux, mais comme l'épanouissement de deux rameaux latéraux.

M. Depéret est même, à ma connaissance, le seul paléontologiste qui, depuis bien longtemps, ait soutenu la vieille opinion. Dans son Mémoire sur les animaux pliocènes du Roussillon, M. Depéret, exagérant alors les vues de son maître M. Albert Gaudry, a essayé de montrer que l'*Hipparion*, et notamment l'*Hipparion crassum*, a pu donner naissance à de véritables chevaux (2).

Quant à la méthode générale des vieux évolutionnistes que M. Depéret a cru devoir critiquer, elle ne diffère pas des principes sur lesquels M. Depéret prétend s'appuyer et qui n'ont rien de nouveau pour nous. En tous cas on ne peut nier que cette méthode ait rendu de grands services; car en 1855, à l'époque où M. Albert Gaudry entreprit, sous les auspices de l'Académie, des fouilles à Pikermi, aucun savant, sauf Rütimeyer, n'avait donné des preuves de l'évolution paléontologique; presque personne n'y croyait et Darwin lui-même regardait la science des fossiles comme fournissant des objections à sa doctrine. Les savants de tous les pays du monde croient aujourd'hui à l'évolution paléontologique.

---

(1) *Archives du Museum de Lyon*, t. VII, p. 48.

(2) *Mém. de la Société géologique de France : Paléontologie*, t. I, n° 3, 1890, p. 82.

MÉTÉOROLOGIE. — *La météorologie des éclipses totales de Soleil.* Note de MM. **W. de Fonvielle** et **Paul Bordé**. (Extrait.)

La ligne centrale de l'éclipse totale de Soleil de janvier 1898 traversa l'Inde de part en part. M. John Elliot, membre de la Société royale de Londres et directeur du Service météorologique de l'Inde, profita de cette circonstance pour établir 154 stations réparties sur le vaste territoire compris entre l'Indus et le Brahmapoutre. Le succès des observations fut complet. On constata partout un abaissement sensible de température même dans les régions où le Soleil n'avait pas perdu plus des $\frac{2}{3}$ de la surface visible. La méthode employée par le savant physicien a inspiré les météorologistes du *Weather Bureau* d'Amérique pour l'éclipse totale de 1900, et elle sera employée en Europe ainsi qu'en Afrique lors de la prochaine éclipse. On appliquera même les procédés de la Météorologie dynamique, à la suite des résolutions du Congrès de Saint-Pétersbourg en août 1904.

Mais il est une initiative prise par M. John Elliot, dont l'importance n'a point été comprise, et qui pourtant lui a permis d'obtenir des résultats dignes du plus grand intérêt.

Ce savant physicien a mesuré lui-même, dans une station située sur la ligne d'ombre, la perte de chaleur éprouvée pendant la durée de l'éclipse. Mais, au lieu d'étudier la température de l'air à l'ombre, il a exposé aux rayons solaires un actinomètre constitué à l'aide d'un thermomètre à boule noircie renfermée dans le vide. A l'aide de cet instrument il a obtenu une décroissance de 50° Fahrenheit équivalents à 27°,7 centigrades, ce qui constitue un abaissement fort notable, et qui peut servir à déterminer chaque éclipse totale.

Mais ce n'est pas tout, il a de plus constaté que, pour chaque dixième de disque éclipsé, la perte était régulièrement de 5° F. = 2°,77 C.

Cette proportionnalité approximative est très précieuse parce qu'elle semble indiquer que l'actinomètre donne un excellent indicateur des variations du pouvoir rayonnant du Soleil. Il serait à désirer que les recherches actinométriques exécutées lors de la prochaine éclipse soient dirigées dans le but de vérifier cette proportionnalité établie dans une station favorisée où l'air n'a point été obscurci par un seul nuage.

Ces études seraient un utile préambule aux observations exécutées dans la libre atmosphère, où il est certain, d'après les recherches insérées dans les *Wissenschaftliche Luftfahrten* par M. Assman, que la perte de chaleur atteindra un chiffre double ou triple à une altitude de quelques milliers de

mètres, si les physiciens aéronautes sont assez heureux pour rencontrer à cette distance du sol un aussi beau ciel que M. Elliot l'a trouvé à la surface de la terre, dans l'Inde, en 1898, et que les météorologistes algériens le trouveront probablement.

M. MARCEL P.-S. GUÉDRAS adresse une *Théorie relative à la formation des gîtes pétrolifères.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 JUIN 1905.

Les éclipses de Soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses, et en particulier pendant l'éclipse totale du 30 *août* 1905, par M. G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1905, 1 vol. in-8°.

The position of the center of lateral resistance, by L.-E. BERTIN. Read at the twelfth general meeting of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, held in New-York, november 17 and 18, 1904. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques empreintes végétales de la formation charbonneuse supracrétacée des Balkans, par M. R. ZEILLER, Membre de l'Institut. (Extrait des *Annales des Mines,* livraison de mars 1905.) Paris, Vve Ch. Dunod, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ueber eine eocäne Fauna der Westküste von Madagaskar, von Prof. Dr A. TORNQUIST; mit einer Tafel und drei Textfiguren. (*Abhandlungen* herausgeg. v. der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft; Bd. XXVII, Heft 3.) Francfort-sur-le-Mein, 1904; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Système silurien du centre de la Bohême, par JOACHIM BARRANDE; 1re partie : *Recherches paléontologiques.* Continuation éditée par le Musée de Bohême; vol. IV : *Gastéropodes,* par le Dr IAROSLAV PERNER, t. I. Texte (*Patellidæ* et *Bellerophontidæ*) et planches 1 à 89, avec 111 fig. dans le texte. Traduit par A.-S. OUDIN. Prague, 1903; 1 vol. in-4°. (Présenté en hommage, au nom de la Commission Barrande, par M. Albert Gaudry.)

Dix années d'observations météorologiques à Sèvres (*Seine-et-Oise*), 1892-1901, par G. EIFFEL, avec la collaboration de M. G. BARBÉ. Texte et planches. Paris, L. Maretheux, 1904; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mascart. Hommage de l'auteur.)

Études pratiques de Météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey, pour l'année 1903, par G. EIFFEL. Texte et planches. Paris, L. Maretheux, 1905; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mascart. Hommage de l'auteur.)

Les observations courantes en Météorologie et comparaison des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey; conférence faite à la Société astronomique de France le 4 janvier 1905 par G. EIFFEL. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie exacte et notation finale de la musique, par BRUNO. Porto, 1903; 1 fasc. in-8° oblong.

Report of the New-York meteorological Observatory of the Department of Parks, Central Park, New-York City, for the year 1905; DANIEL DRAPER, Director. New-York, 1905; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British astronomical Association; vol. XIV, part 1 : *Thirteenth Report of the section for the observation of meteors;* Director : WALTER-E. BESLEY. Londres, 1905; 1 fasc. in-8°.

Observations néerlandaises pour les études internationales des nuages en 1896-1897. Utrecht, 1904; 1 fasc. in-4°.

Annuaire de l'Institut royal néerlandais de Météorologie, 55e année, 1903 : A. *Météorologie;* B. *Magnétisme terrestre.* Utrecht, 1904-1905; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Jahrbuch des meteorologischen Observatoriums in Zagreb (*Agram*), *für das Jahr* 1902; Jahrg. II. Agram, 1904; 1 fasc. in-f°.

Annuaire de l'Académie serbe, pour 1904. Belgrade, 1905; 1 vol. in-12.

Annuaire de l'Académie des Sciences de l'Empereur François-Joseph Ier, pour 1904, 15e année. Prague, 1905; 1 vol. in-12.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie (Classe des Sciences mathématiques et naturelles); nos 1-3, janvier-mars 1905. Cracovie; 3 fasc. in-8°.

Académie des Sciences de l'Empereur François-Joseph Ier. Bulletin, vol. XIII, année 1904, et *Bulletin international,* résumé des travaux présentés (Classe des Sciences mathématiques, naturelles et de la Médecine); 9e année, 1904. Prague, 1904; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. XI, nos 1-2. Saint-Pétersbourg, 1905 (édition française), 1 fasc. in-4°.

Oefversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar; t. XLVI, 1903-1904. Helsingfors, 1904; 1 vol. in-8°.

Bergens Museums Aarbog, 1905, udgivet af Bergens Museum ved Dr J. BRUNCHORST, Museets Direktor; 1ste Hefte. Bergen, 1905; 1 vol. in-8°.

Mitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft in Colmar; neue Folge, Bd. VII, Jahre 1903-1904. Colmar, 1904; 1 vol. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publ. par la Société hol-

landaise des Sciences à Haarlem et rédigées par J. Bosscha, secrétaire; série II, t. X, 1re et 2e livraisons. La Haye, Martinus Nijhoff, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bulletin du Musée océanographique de Monaco; nos 34-38, 1er-25 mai 1905. Monaco; 5 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie; revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso; t. XLIII, fasc. 1. Turin, Herman Loescher, 1905; 1 fasc. in-8°.

Publications of the Massachusetts general hospital, vol. I, number 1, may 1905 : *The biology of the microorganism of actinomycosis,* by James Homer Wright. Boston; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; Bulletin de janvier 1905. Mulhouse-Paris; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 30 janvier 1905.)

Note de M. *H. Hergesell,* Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'océan Atlantique à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco, en 1904 :

Page 332, ligne 22, *au lieu de* qu'au niveau de la mer on trouve 22° à 30°, *lisez* qu'au niveau de la mer on trouve 22° à 23°.

Page 333, lignes 11 et 12 du calcul, *au lieu de*

Hauteur.	Température.
4000m	1°,5
4500	5,6

lisez

Hauteur.	Température.
4000m	−1°,5
4500	−5,6

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Ville	Libraires
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 25.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 19 juin 1905.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Pages.

MM. HENRI MOISSAN et PAUL LEBEAU. — Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle 1621
M. A. HALLER. — Sur des thuyones alcoylées et des combinaisons de la thuyone avec des aldéhydes aromatiques 1626
M. BERTHELOT fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de « Science et libre pensée » 1631
M. BERTIN fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée « De l'expérience de traction transversale appliquée à l'étude de la résistance de l'eau à la marche des flotteurs » 1631

CORRESPONDANCE.

M. ERNEST ESCLANGON. — Observations de la comète Giacobini (1905 *a*) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux 1632
M. P. VAILLANT. — De l'influence de la concentration sur les propriétés magnétiques des solutions de cobalt 1632
M. A. RECOURA. — Sur un sulfate ferrique basique 1634
M. CAMILLE MATIGNON. — Propriétés chimiques du chlorure anhydre de néodyme. 1637
MM. P.-TH. MULLER et C. FUCHS. — Sur une méthode de détermination des chaleurs spécifiques des solutions. Chaleur moléculaire des bons et des mauvais électrolytes. 1639
M. RAOUL VARET. — Recherches sur les formiates de mercure 1641
M. A. ROBYN. — Sur quelques nouvelles substances azotées dinaphtopyraniques 1644
MM. CHARLES MOUREU et AMAND VALEUR. — Sur la spartéine. Stéréoisomérie des deux iodométhylates 1645
M. LARGUIER DES BANCELS. — Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé... 1647
M. JEAN HERBETTE. — Sur une nouvelle forme de tartrate de thallium et sur les mélanges isomorphes des tartrates de thallium et de potassium 1649
M. PAUL BECQUEREL. — Action de l'air liquide sur la vie de la graine 1652
M. LOUIS BOUTAN. — Un ennemi du café au Tonkin. Le *Xylotrechus* du bambou sec.. 1654
M. LOUIS LAPICQUE. — Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens. Relations anthropologiques entre les tribus de la montagne et les castes de la plaine 1656
M. LOUIS GENTIL. — Sur la présence de schistes à Graptolithes dans le Haut-Atlas marocain 1659
M. E.-A. MARTEL. — Sur la formation de la grotte de Rochefort (Belgique) et sur la théorie des effondrements 1661
M. MARCELLIN BOULE. — Sur l'évolution des Mammifères fossiles 1662
MM. W. DE FONVIELLE et PAUL BORDE. — La météorologie des éclipses totales de Soleil 1665
M. MARCEL P.-S. GUÉDRAS adresse une « Théorie relative à la formation des gîtes pétrolifères » 1666
BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE 1666
ERRATA 1668

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1905

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CXL.

N° 26 (26 Juin 1905).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les oiseaux observés en Belgique;* Ire Partie : *Les Gymnopaides,* par M. Marcel de Contreras. (Présenté par M. Yves Delage.)

2° *Goudronnage des routes par le feu, supprimant l'usure, les poussières et la boue,* par A. Francou, architecte. (Présenté par M. Lannelongue.)

ASTRONOMIE. — *Sur une détermination de la constante d'aberration au moyen des observations de trois étoiles très voisines du Pôle.* Note de MM. **H. Renan** et **W. Ebert**, présentée par M. Lœwy.

Dans différentes notes, que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous avons à plusieurs reprises exposé les résultats de nos recherches sur l'application des nouvelles méthodes de M. Lœwy, relatives à la détermination de la latitude, et à celle des coordonnées absolues des étoiles circumpolaires. Pour l'exécution de notre travail publié dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (*Observations de* 1900), nous avions choisi trois étoiles très voisines du Pôle; et remarquant alors que nous avions à notre disposition une longue suite d'observations très précises de ces étoiles, nous avons été conduits à penser qu'il nous serait possible d'en déduire un procédé susceptible d'une très grande exactitude pour calculer la valeur de la constante d'aberration.

Ce sont les résultats auxquels nous sommes parvenus qu'il nous a paru intéressant d'indiquer ici, surtout afin de montrer comment, si l'on pouvait avoir une série d'observations assez prolongée, on arriverait sans aucun

doute à apporter une sérieuse contribution à l'étude d'une des questions les plus controversées de l'Astronomie.

Il est utile de rappeler en effet que la plus grande incertitude règne encore sur la valeur de cette constante; pour ne citer que des valeurs relativement récentes, Nyren a trouvé 20″,481 (nombre adopté par Oppolzer), W. Struve donne 20″,445 (valeur employée par Le Verrier); l'usage de la méthode de Talcott a fourni des résultats si discordants que les nombres obtenus varient entre 20″,31 et 20″,53. Jusqu'en 1900, la *Connaissance des temps* a employé la valeur 20″,445; à partir de 1901, selon la convention adoptée par la *Conférence internationale des étoiles fondamentales*, c'est de la valeur 20″,47 que l'on se sert pour les calculs de ce recueil.

Une grave complication que l'on rencontre dans les recherches de ce genre provient de ce que, dans presque tous les procédés employés jusqu'ici, il est nécessaire de faire intervenir la variation des latitudes.

Dans notre méthode, au contraire, chaque soirée d'observation nous donne la position véritable du pôle au jour considéré; nous n'avons donc pas à tenir compte de cette variation, dont la recherche présente de si grandes difficultés.

Nos observations, réparties sur les années 1899, 1900 et les premiers mois de 1901, nous ont fourni pour les trois étoiles choisies les positions suivantes :

Equinoxe moyen de 1900,0	13 L.....	$\alpha = 3^h.18^m.55^s,3$,	$P = 18'.48'',32$
	74 L.....	$\alpha = 15.29.18,2$,	$P = 7.\ 9,32$
	66 L.....	$\alpha = 15.55.\ 2,5$,	$P = 13.46,95$

Afin de simplifier les calculs, et surtout en vue de la réduction à un même équinoxe, nous avons été amenés à employer des coordonnées rectangulaires, en posant

$$\xi = P\cos\alpha, \qquad \eta = P\sin\alpha;$$

et nous avons donné, aux pages 206, 207 et 208 de notre Mémoire, un Tableau contenant les valeurs individuelles de ces quantités, comptées à partir de l'équinoxe indiqué.

Dans nos réductions, nous avons adopté le nombre 20″,445 comme valeur provisoire de l'aberration; soit ν cette constante, et appelons $\Delta\nu$ son accroissement, que nous voulons calculer. Comme on le voit sans peine, et comme nous l'avons montré à la page 85 de notre Mémoire, il en résultera pour ξ et η des accroissements donnés par les formules

$$\Delta\xi = \Delta\nu \sin\odot,$$
$$\Delta\eta = -\Delta\nu \cos\omega \cos\odot,$$

en désignant par ω l'inclinaison de l'écliptique, et par $\odot$ la longitude vraie du Soleil.

Pour éliminer autant que possible l'influence d'une erreur que nous aurions pu commettre sur les valeurs des pas des deux vis de notre micromètre, nous avons supprimé toutes les séries d'observations dans lesquelles, par suite des conditions atmosphériques, nous n'avions pu effectuer nos mesures que sur une ou deux de nos trois étoiles; le nombre des séries complètes ainsi conservées est de 75.

Cela posé, prenons pour coordonnées de nos trois étoiles les valeurs données dans notre Mémoire :

13 L..........	$\xi = +729'',33$,	$\eta = +860'',92$,
74 L..........	$\xi = -262,39$,	$\eta = -339,82$,
66 D..........	$\xi = -428,87$,	$\eta = -707,05$;

nous considérons le centre de gravité du triangle ainsi formé, pour lequel nous adoptons les valeurs

$$\xi = +12'',69, \qquad \eta = -61'',98.$$

Occupons-nous d'abord de la coordonnée ξ, chaque soirée d'observation nous donnera une équation de la forme

$$x_1 + b_1 y + c z_1 = n_1;$$

x_1 étant la correction à ajouter à la valeur de ξ,

y étant la valeur de $\Delta\nu$, et b_1 étant égal à $\sin\odot$,

z_1 étant le mouvement propre en ξ, et c le temps écoulé depuis 1900,0.

Le nombre désigné ici par n_1 doit être pris égal à la différence entre la moyenne des trois valeurs de ξ obtenues dans la soirée et le nombre indiqué plus haut $+12'',69$.

Désignant de même par x_2 la correction de la coordonnée η, et par z_2 son mouvement propre, appelant b_2 la valeur de $-\cos\odot$, et n_2 la différence entre la moyenne de trois valeurs de η obtenues dans une soirée et le nombre $-61'',98$ donné ci-dessus, nous avons posé

$$x_2 = x'_2 \cos\omega, \qquad z_2 = z'_2 \cos\omega, \qquad n_2 = n'_2 \cos\omega,$$

et chaque soirée d'observation nous a encore donné une équation

$$x'_2 + b_2 y + c z'_2 = n'_2.$$

Nous avions donc ainsi 150 équations du premier degré par rapport à cinq inconnues x_1, x'_2, z_1, z'_2 et y; nous leur avons appliqué la méthode des moindres carrés, et leur résolution nous a fourni la valeur de notre inconnue principale y, et son erreur probable.

Ne pouvant entrer ici dans le détail des calculs, nous nous contenterons d'indiquer que nous avons ainsi trouvé notre correction $\Delta\nu$ égale à $-0'',011$, avec une erreur probable de $0'',030$; si bien que, de l'ensemble de nos observations, nous déduisons

$$\nu = 20'',434 \pm 0'',030.$$

Qu'il nous soit permis, en terminant, de signaler l'importance du procédé que nous venons d'exposer. Malheureusement, l'idée de cette nouvelle application des méthodes de M. Lœwy ne nous étant venue à l'esprit qu'après l'exécution de notre travail, nous ferons remarquer que nos

recherches n'avaient pas été dirigées dans le sens le plus favorable à la réalisation des conditions nécessaires pour le but que nous nous proposons ici. Par une série plus prolongée, et en accumulant les mesures surtout aux époques de l'année où les coefficients, sin ⊙ et cos ⊙, de y dans nos équations, passent par leurs valeurs extrêmes ± 1, on arriverait certainement à des résultats d'une très haute précision, mettant ainsi en évidence une fois de plus la fécondité de ces nouvelles méthodes d'observation.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la recherche des surfaces isothermiques.* Note de M. L. **Raffy**.

La recherche des surfaces isothermiques dépendant de fonctions arbitraires est dominée par le théorème suivant : *Les caractéristiques de l'équation aux dérivées partielles des surfaces isothermiques sont les lignes de courbure et les lignes de longueur nulle.* C'est ce que l'on vérifie en se reportant, par exemple, à l'équation donnée par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II, p. 250) ou à toute autre équation similaire (*voir* ci-après). Il suit de là que les arguments des fonctions arbitraires ne peuvent être que les paramètres des lignes de courbure et ceux des lignes de longueur nulle.

J'emploie, en conséquence, pour la recherche des surfaces isothermiques, l'équation dont Ossian Bonnet, dans son célèbre *Mémoire sur la théorie des surfaces applicables* (*Journal de l'École Polytechnique*, cahier XLII, 1867) a fait dépendre la détermination des surfaces d'élément linéaire

$$4\varphi^2(\alpha, \beta)\, d\alpha\, d\beta.$$

Ici les variables sont les paramètres des lignes de longueur nulle; l'inconnue est la coordonnée complexe $\xi = x + iy$; ses dérivées étant désignées par p, q, r, s, t, l'équation du problème est la suivante :

$$(1) \qquad \frac{rt - s^2}{4pq}\varphi - \frac{t}{2q}\varphi'_\alpha - \frac{r}{2p}\varphi'_\beta + \varphi''_{\alpha\beta} = 0;$$

quand on en connaît une solution (φ, ξ), la surface correspondante s'obtient par des quadratures.

L'équation (1) est, relativement à la fonction φ, *une équation de Laplace*, qu'il y a intérêt à considérer comme telle. En effet, si l'on suppose nuls ses deux invariants h et k, on retrouve deux classes importantes de surfaces, savoir : (pour $s = 0$) les surfaces minima et (pour $s \neq 0$) les surfaces

imaginaires (B) d'Ossian Bonnet dont j'ai fait connaître précédemment les propriétés essentielles (*Comptes rendus*, 27 juin et 11 juillet 1904). Ces surfaces (B) sont isothermiques, comme les surfaces minima, dont elles dérivent.

Pour que la surface définie par une solution (φ, ξ) de l'équation (1) soit isothermique, il faut et il suffit que l'on ait

$$(2) \qquad 2B_0 p \varphi'_\alpha - 2A_0 q \varphi'_\beta + (A_0 t - B_0 r)\varphi = 0;$$

ici, $A_0(\alpha)$ et $B_0(\beta)$ désignent des fonctions que l'on serait en droit de supposer l'une et l'autre égales à l'unité, comme le fait O. Bonnet, mais auxquelles il vaut mieux laisser toute leur indétermination : on se réserve ainsi le moyen de simplifier considérablement certains calculs et de faciliter la comparaison avec des résultats connus.

J'ai discuté le système formé par les équations (1) et (2). Si l'on cherchait à en éliminer ξ, on obtiendrait pour φ *deux équations aux dérivées partielles du cinquième ordre*. Au contraire, le système étant linéaire et homogène par rapport à φ, l'élimination de φ ne présente pas de difficultés et donne pour la fonction ξ *l'unique équation aux dérivées partielles du quatrième ordre* que voici :

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{2}{A_0}\left[s''_{\alpha^2} - \frac{s}{p}r'_\alpha - \left(\frac{r}{p} + \frac{2s}{q}\right)s'_\alpha + \left(\frac{r^2}{p^2} + \frac{rs}{pq} + \frac{s^2}{q^2}\right)s\right] - \frac{A'_0}{A_0^2}\left[2s'_\alpha - \left(\frac{2r}{p} + \frac{s}{q}\right)s\right] \\ &\quad = \frac{2}{B_0}\left[s''_{\beta^2} - \frac{s}{q}t'_\beta - \left(\frac{t}{q} + \frac{2s}{p}\right)s'_\beta + \left(\frac{t^2}{q^2} + \frac{ts}{qp} + \frac{s^2}{p^2}\right)s\right] - \frac{B'_0}{B_0^2}\left[2s'_\beta - \left(\frac{2t}{q} + \frac{s}{p}\right)s\right], \end{aligned} \right.$$

et sur laquelle on vérifie immédiatement le théorème énoncé au début. En effet, les dérivées quatrièmes de ξ ne figurant que dans le groupe

$$A_0 s''_{\beta^2} - B_0 s''_{\alpha^2},$$

l'équation différentielle des caractéristiques se réduit à

$$(A_0\, d\alpha^2 - B_0\, d\beta^2)\, d\alpha\, d\beta = 0$$

et met en évidence : d'une part, les lignes de courbure, d'autre part, les lignes de longueur nulle.

A toute solution (ξ, A_0, B_0) de l'équation (3) correspond le système *complètement intégrable* formé par les équations (1), (2) et les deux dérivées premières de l'équation (2). L'intégrale générale φ de ce système est une *fonction linéaire et homogène de deux constantes arbitraires* et pourra être cherchée par la méthode de Mayer ou toute autre équivalente.

Si l'on introduit les invariants h et k, l'équation (3) prend la forme remarquable

$$(3)' \qquad q\frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{pk}{A_0 q}\right) = p\frac{\partial}{\partial\beta}\left(\frac{qh}{B_0 p}\right),$$

qui se prête à diverses applications.

Si l'on suppose *un seul* des invariants h et k égal à zéro, la discussion des équations (1), (2) et (3)' conduit aux surfaces isothermiques (Θ) de M. Thybaut, dont les sphères harmoniques touchent un plan. *Les surfaces* (Θ), *soumises à la transformation conforme par normales parallèles* (Bour, Christoffel), *se changent en d'autres surfaces* (Θ), propriété qui les rapproche encore des surfaces (B) d'Ossian Bonnet.

On peut aussi, à l'aide des équations (1), (2) et (3)', *déterminer l'ensemble des surfaces isothermiques dont l'élément linéaire devient l'élément linéaire d'une sphère de rayon* 1, *quand on le multiplie par le carré de la courbure moyenne*. Pour ces surfaces, *l'un au moins des invariants h et k est nul, sinon les invariants h_1 et k_{-1} sont tous les deux nuls*. On retrouve ainsi, d'abord les surfaces (B) et les surfaces (Θ), puis (pour $hk \neq 0$) les inverses des surfaces (Θ) et les inverses des surfaces minima.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Le mouvement de la Terre et la vitesse de la lumière.* Note de M. M. **Brillouin**.

Lorsqu'on suppose l'éther immobile et la Terre en mouvement, toutes les théories laissent subsister une influence du premier ordre, qui se traduit par la substitution du temps *local* [1] au temps *général*, ou encore par la variation de la vitesse de propagation apparente, $\Omega' = \Omega - U\cos\theta$, avec la direction θ.

M. Wien et M. Schweitzer ont récemment [2] proposé des méthodes de comparaison entre les vitesses de propagation de la lumière Ω' et Ω'' en

(1) U vitesse de translation de la Terre (direction x),
Ω vitesse vraie de propagation de la lumière,
θ angle de la direction de propagation avec la translation U,

$$\text{temps local} = \text{temps général} - \frac{Ux}{\Omega^2}.$$

(2) *Physikalische Zeitschrift*, 1er octobre 1904 et 15 décembre 1904.

sens opposé, d'une roue dentée à une autre éloignée, animée d'un mouvement synchrone, et de même phase au même instant *général*.

D'abord séduit par ces propositions, malgré la brièveté des indications sur le moyen de connaître la phase, j'ai dû reconnaître que l'expérience ne donne le moyen ni de la connaître, ni de l'éliminer.

Soient ω la vitesse angulaire, commune aux deux roues dentées, φ le retard en phase de la seconde par rapport à la première au même instant général, et D la distance des deux roues; le retard apparent pour la lumière qui va de la première à la seconde avec la vitesse Ω' sera $\varphi' = \varphi + \omega D : \Omega'$; et en sens inverse $\varphi'' = \varphi - \omega D : \Omega''$.

Les observations optiques ou bolométriques font en réalité connaître l'ouverture moyenne du diaphragme formé par l'ensemble des deux roues placées aux foyers de deux lunettes braquées l'une sur l'autre; si la forme des dents est convenable, une étude préalable détermine cette ouverture en fonction de la phase apparente et réciproquement. En résumé, des expériences complètes déterminent les valeurs simultanées de φ' et φ''.

La différence $\varphi' - \varphi''$ donne le même renseignement que l'expérience de Fizeau-Cornu, aller et retour.

C'est la somme

$$\varphi' + \varphi'' = 2\varphi + \omega D\left(\frac{1}{\Omega'} - \frac{1}{\Omega''}\right) = 2\varphi + 2\omega D\frac{U\cos\theta}{\Omega^2} + \ldots$$

qui atteint la différence $\Omega'' - \Omega'$ ou $2U\cos\theta$, c'est-à-dire la vitesse de la Terre, combinée avec 2φ. Les deux auteurs supposent φ nul.

Pour obtenir le synchronisme, avec conservation de la phase comme au repos, les deux auteurs proposent de commander les deux roues dentées, éloignées de 10^{km}, par des moteurs synchrones alimentés par un même courant polyphasé. Supposons la fréquence assez grande pour que le courant polyphasé commande *rigoureusement* la phase; *ce n'est pas par rapport au temps général, c'est par rapport au temps local* que cette liaison électrique conservera, pendant le mouvement, la phase au départ, car le circuit électrique participe au mouvement de translation de la Terre. Soit φ_0 la phase au départ; la phase φ pendant le mouvement sera

$$\varphi_0 - \frac{\omega D}{\Omega} U\cos\theta;$$

φ' et φ'' ne différeront plus que par des termes du second ordre, et l'expérience équivaudra à l'expérience d'interférences de Michelson et Morley.

Quelque procédé que l'on emploie pour lier les deux roues dentées éloignées, il semble impossible d'éviter que ce procédé ferme le circuit électro-optique et, par conséquent, compense tous les effets du premier ordre en

circuit fermé, comme dans les expériences d'interférence, de réfraction, etc.

La méthode de M. Wien, que j'avais cru d'abord capable de résoudre la question de l'entraînement de l'éther par la Terre, reste donc impuissante, au moins sous sa forme actuelle.

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil de Télémécanique sans fil de ligne.* Note de M. **Édouard Branly**, présentée par M. A. de Lapparent.

Dans mon appareil de démonstration de distribution et de contrôle des actions produites à distance par les ondes électriques [1], l'axe isolant sur lequel sont montés les disques interrupteurs était entraîné par un mécanisme d'horlogerie. Il a été avantageux de substituer à ce mécanisme un petit moteur électrique muni d'engrenages qui réduisent sa vitesse sur l'axe à un tour par minute. Le moteur est relié aux organes de la cage métallique de telle sorte que son mouvement peut être déterminé à tout instant par une étincelle du poste transmetteur; on ne le laisse ensuite tourner que pendant le temps nécessaire aux actions à réaliser par les étincelles de la station de transmission; son arrêt est lui-même produit par une étincelle de cette station dans l'intervalle où un disque spécial qui lui est attribué presse sur une tige à ressort. L'arrêt du moteur est ainsi un phénomène à effectuer au même titre que les autres phénomènes commandés par l'axe distributeur.

Pour donner une idée précise des manœuvres effectuées par la station de transmission et de la façon dont se comporte la station de réception, je décrirai une expérience réelle exécutée en trois temps, ces trois temps étant désignés par des heures fictives.

Mise en marche. — 8 *heures du soir.* — A la station de transmission on lance une étincelle. Le moteur qui commande l'axe distributeur se met à tourner à la station de réception. Pendant la rotation de l'axe distributeur, les étincelles du télégraphe automatique s'inscrivent au récepteur Morse de la station de transmission. Dans les intervalles convenables, reconnus sur la bande à dépêches, on lance de la station de transmission des étincelles qui déclanchent successivement à la station de réception les différents phénomènes. On laisse persister ces phénomènes. Dès lors, les signaux primitifs du télégraphe automatique arrivent à la station de transmission précédés des signaux de contrôle. Quand tout est bien établi, ce qui n'a exigé que quelques minutes,

(1) *Comptes rendus,* 20 mars 1905.

par une étincelle de la station de transmission lancée dans l'intervalle qui appartient au moteur, on arrête le moteur.

VÉRIFICATION. — *Minuit.* — On veut s'assurer du bon fonctionnement des appareils de la station de réception. Par une étincelle de la station de transmission, on met en marche le moteur qui commande l'axe distributeur à la station de réception. Les signaux du télégraphe automatique s'inscrivent alors à la station de transmission, précédés des signaux de contrôle; ces derniers indiquent que les phénomènes ont persisté et persistent encore à la station de réception. La vérification étant ainsi faite, on arrête le moteur par une étincelle de la station de transmission.

ARRÊT. — *4 heures du matin.* — Par une étincelle de la station de transmission, on met en marche à la station de réception le moteur qui commande l'axe distributeur. Après avoir reconnu, par les signaux de contrôle, que les phénomènes persistaient, on les arrête successivement dans l'ordre qui convient, puis on arrête le moteur par une dernière étincelle lancée de la station de transmission.

Si, à un certain moment, des étincelles étrangères imprévues viennent à mettre en marche à la station de réception le moteur et l'axe distributeur, une sonnerie actionnée à la station de transmission dès la première étincelle du télégraphe automatique prévient l'employé de la station de transmission; il se met alors en mesure de suivre immédiatement les indications de la bande à dépêches et de réparer, s'il y a lieu, les effets produits sous ses yeux par les étincelles étrangères (1).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux.* Note de M. ANDRÉ BROCA, présentée par M. H. Becquerel.

Dans une Note précédente M. Turchini et moi avons montré que l'expérience ne concorde pas avec le calcul de lord Kelvin qui donne le rapport des résistances des fils métalliques pour les courants continus (R_c) et les courants de haute fréquence (R_f). L'introduction du pouvoir inducteur spécifique k négligé dans ce calcul permet de rendre compte des faits.

Supposons la perméabilité magnétique égale à 1; soient c la conductibilité, P la force électromotrice, u la composante du courant; les équations de Maxwell sont

$$u = cP + \frac{k}{4\pi}\frac{\partial P}{\partial t}, \tag{1}$$

$$\Delta P = 4\pi c \frac{\partial P}{\partial t} + k\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}. \tag{2}$$

(1) Un mécanisme spécial, actuellement en construction, préservera le moteur d'un départ par des étincelles fortuites. Le fonctionnement des appareils de travail sera, par cela même, garanti.

Si la force électromotrice est de la forme

(3) $$P = (\alpha + \beta i)e^{\omega i t},$$

le carré moyen du courant est

$$I_F^2 = \frac{1}{2}\left(c^2 + \frac{k^2\omega^2}{16\pi^2}\right)\left[\left(\int \alpha\, dS\right)^2 + \left(\int \beta\, dS\right)^2\right].$$

Si p_α est la composante de la force électromotrice de déplacement nous appellerons ν un coefficient tel que $\frac{\nu}{c}p_\alpha^2$ donne l'échauffement dû à ce courant. Nous aurons alors, en calquant le raisonnement de lord Kelvin,

(4) $$\frac{R_f}{R_c} = S\frac{\left(1 + \nu\frac{k^2\omega^2}{16\pi^2c^2}\right)}{1 + \frac{k^2\omega^2}{16\pi^2c^2}}\,\frac{\int(\alpha^2 + \beta^2)\,dS}{\left(\int \alpha\, dS\right)^2 + \left(\int \beta\, dS\right)^2},$$

S est la section droite du fil; les intégrales sont étendues à cette section. On peut les transformer en intégrales de ligne. Substituant (3) dans (2), il vient

$$\alpha = -f\,\Delta\alpha + g\,\Delta\beta, \qquad \beta = -g\,\Delta\alpha - f\,\Delta\beta$$

avec

$$f = \frac{k}{16\pi^2c^2 + k^2\omega^2}, \qquad g = \frac{k\pi c}{\omega(16\pi^2c^2 + k^2\omega^2)},$$

d'où

$$\frac{f}{g} = \frac{k\omega}{4\pi c} = \frac{k}{2c\tau},$$

τ étant la période du courant. De ces relations on peut tirer, comme me l'a fait remarquer M. Poincaré,

$$\int(\alpha^2 + \beta^2)\,dS = \mathrm{mod}\,\frac{f^2 + g^2}{g}\int(\alpha\,\Delta\beta - \beta\,\Delta\alpha)\,dS = \mathrm{mod}\,\frac{f^2 + g^2}{g}\int\left(\alpha\frac{\partial\beta}{\partial\rho} - \beta\frac{\partial\alpha}{\partial\rho}\right)ds,$$

étendue au contour du fil, dont ρ est le rayon.

α et β sont les parties réelles et imaginaires de la solution de l'équation

$$\frac{\partial^2 P}{\partial\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial\rho} + (k^2\omega^2 - 4\pi c\omega i)\,P = 0$$

(Mascart, *Traité d'Électricité*, t. I, p. 716), ce qui montre que

$$P = J_0\left(\rho\sqrt{k^2\omega^2 - 4\pi c\omega i}\right) = J_0[\gamma(\cos\varphi + i\sin\varphi)],$$

en posant

$$m = 4\pi c\omega$$

(notation de lord Kelvin) et

$$\gamma = \rho\sqrt{m}\sqrt[4]{1 + \frac{f^2}{g^2}}, \qquad \tan 2\varphi = -\frac{g}{f}.$$

J_0 est la fonction de Bessel connue. Pour ν assez grand, on a

$$(5) \qquad J_0 = \frac{2\cos\left[\frac{\pi}{4} - \gamma(\cos\varphi + i\sin\varphi)\right]}{\sqrt{2\pi\nu(\cos\varphi + i\sin\varphi)}}.$$

Ceci étant, on a, pour l'expression (4), en posant

$$\lambda_\alpha = \frac{\rho}{2}\frac{\partial\alpha}{\partial\rho}, \qquad \lambda_\beta = \frac{\rho}{2}\frac{\partial\beta}{\partial\rho},$$

$$(6) \qquad \frac{R_f}{R_c} = \operatorname{mod}\frac{\tan^2 2\varphi + \nu}{\tan^2 2\varphi + 1}\,\frac{\gamma^2}{4\sin 2\varphi}\,\frac{\alpha\lambda_\beta - \beta\lambda_\alpha}{\lambda_\alpha^2 + \lambda_\beta^2}$$

qui, pour les grandes valeurs de γ ($\gamma > 3$), se réduit, d'après (5), à

$$\frac{R_f}{R_e} = \operatorname{mod}\frac{\tan^2 2\varphi + \nu}{\tan^2 2\varphi + 1}\,\frac{\gamma^2}{4\sin\varphi(-\gamma\sin\varphi)}.$$

Pour 2φ voisin de 90° ceci est à peu près indépendant de ν.

Faisons l'hypothèse $2\varphi = 80°$, la courbe théorique et les courbes expérimentales sont confondues pour les trois fils de $0^{mm},59$, $0^{mm},32$ et $0^{mm},14$ entre les fréquences de 500000 et 1200000, où le fil s'échauffe plus que ne le veut la loi de lord Kelvin. Au delà il faut admettre, pour expliquer les faits, que 2φ décroît rapidement pour atteindre une valeur à peu près constante aux environs de 3000000. Pour cette fréquence et le fil de $0^{mm},57$, en supposant $\nu = 0$, on trouve $2\varphi = 40°$, $\frac{f}{g} = 1,19$.

Le fil de $0^{mm},32$ donnerait alors un échauffement théorique de 2,2 au lieu de 2,5 mesuré expérimentalement. Le fil de $0^{mm},14$ donnerait 1,1 au lieu de 1,3 mesuré. Toutes les autres hypothèses sur ν et φ donneraient des écarts plus grands. Peut-être les formules approchées employées comportent-elles pour les valeurs faibles de γ des erreurs de cet ordre, peut-être y a-t-il un phénomène non encore étudié, qui se passe à la surface des fils et la chauffe d'autant plus que la fréquence est plus élevée. L'amortissement des courants n'introduirait que des termes de l'ordre du millième.

Définissons n^2 par $k = \frac{n^2}{v^2}$, v étant la vitesse de la lumière; et posons $\tau = \alpha \cdot 10^{-6}$.

Pour $\frac{1}{\tau}$ variant de 500000 à 1200000 : $n^2 = \alpha \cdot 2,7 \cdot 10^{11}$.

Pour 3000000 $\qquad n^2 = \alpha \cdot 10^{12}$.

La variation de n^2 pour les fréquences plus élevées étant faible.

D'autres hypothèses sur k et ν peuvent peut-être rendre compte des faits, mais je crois pouvoir tirer, de ce qui précède, cette conclusion :

Le cuivre possède pour les fréquences aux environs de 1000000 un pouvoir inducteur spécifique de l'ordre de 10^{11}. Au delà de la fréquence de 3000000, n^2 décroît à peu près proportionnellement à τ.

Pour les fréquences plus basses, l'expérience manquant, on ne peut rien dire.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de l'arc chantant.* Note de M. A. Blondel, présentée par M. Mascart [1].

J'ai reconnu, par l'analyse d'un grand nombre de courbes oscillographiques [2], qu'avec des électrodes en charbon homogène on peut obtenir des types extrêmes très différents d'arcs chantants, l'un continu, l'autre discontinu, dont les courbes sont bien caractérisées respectivement par les clichés nos 52 et 21 ci-joints, obtenus tous les deux avec la tension d'alimentation ordinaire voisine de 120 volts et une faible self-induction dans le circuit d'oscillation.

Le premier type, figure n° 52, auquel correspond un son *musical* assez pur, se présente seulement si l'écart entre les charbons est plutôt fort et au moins de l'ordre de celui d'un bon arc industriel ($3^{mm},5$ à 4^{mm} ou davantage) et le plus facilement quand le circuit d'alimentation ABDF ne contient qu'une résistance morte ou faiblement inductive et que le courant n'est pas trop voisin du courant limite de stabilité.

Le deuxième type, figure n° 21, auquel correspond un son plus *strident* ou *sifflant,* s'obtient quand l'arc est court par rapport au voltage employé (par exemple, $0^{mm},5$ à $1^{mm},5$ à la tension de 110, 120 volts), et surtout facilement quand on ajoute de la self-induction dans le circuit d'alimentation. Mais on obtient, même sans la self-induction, des courbes analogues (courbes 40 et 41), si les autres conditions sont remplies. Le phénomène se ramène d'ailleurs au cas de la décharge fractionnée découvert autrefois par Gaugain, en supprimant dans le montage précédent la self-induction l du circuit dérivé.

---

(1) Note présentée à la séance du 13 juin 1905.

(2) J'ai fait construire dans ce but, en 1902, par MM. Dobkevitch et Nagel, un oscillographe triple bifilaire (d'après le principe que j'ai exposé à l'Académie, en mars 1893). J'ai été assisté pour l'exécution des expériences (effectuées de janvier à avril 1905), par MM. Boutin et Bethenod, ingénieurs électriciens, qui m'ont prêté le concours le plus efficace.

Fig. 1.

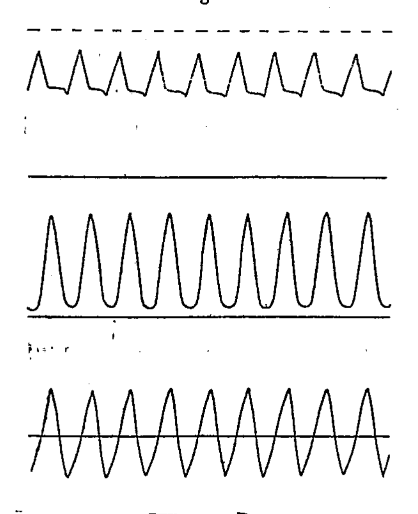


Fig. 2.

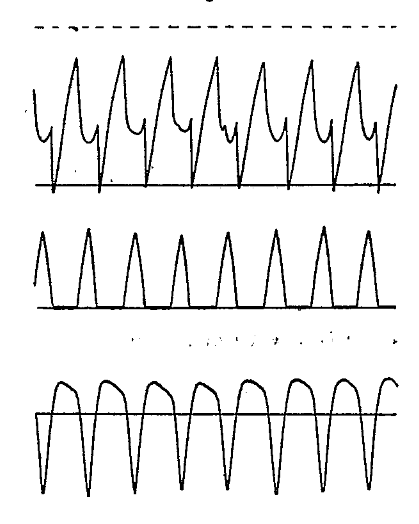
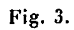


Fig. 1. — Cliché oscillographique n° 52 : écart, 4^{mm}; intensité moyenne du courant d'alimentation (126 volts), 2,2 ampères (self, L = 0); C = 16 microfarads et l = 0,00345 henry; fréquence mesurée, 540. — Courbe supérieure : tension entre les bornes de l'arc (échelle 0^{mm},17 par volt, horizontale supérieure représentant la tension de la source). — Courbe intermédiaire : courant dans l'arc (échelle 3^{mm} par ampère). — Courbe inférieure : courant du condensateur (échelle 3^{mm} par ampère).

Fig. 2. — Cliché oscillographique n° 21 : écart, 1^{mm},3; intensité moyenne, 1,4 ampère (L = 0,290) C = 16 microfarads et l = 0,0034 henry; fréquence mesurée, 457.



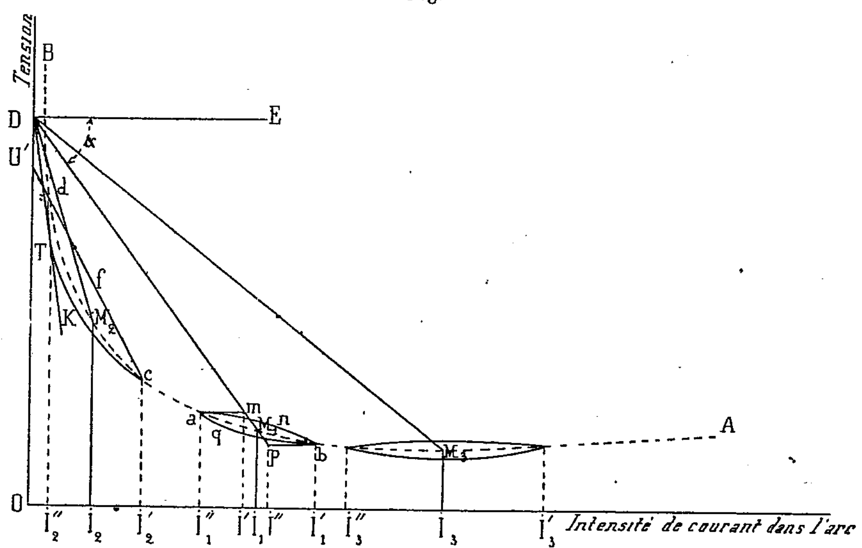


Fig. 3. — Schéma expliquant les phénomènes.

Ces phénomènes peuvent s'expliquer aisément par les propriétés de l'arc entre charbons homogènes, au point de vue de la stabilité. Soit B*c*A la courbe théorique de stabilité d'un arc (loi de variation de la différence de potentiel) quand on diminue son courant en augmentant la résistance d'alimentation au delà de la valeur normale (correspondant à la droite d'alimentation DM_1). Par suite du phénomène bien connu (voir Mme H. Ayrton, *The Electric arc*) des retards de régime dus à l'échauffement et au refroidissement des électrodes, quand on fait varier l'intensité entre deux limites I'_1 et I''_1, le point de régime M_1 décrit, non pas à proprement parler une petite droite, mais un petit cycle *anbqa*. Une semblable variation n'est pas possible sans condensateur, car la variation de courant d'alimentation correspondant aux deux tensions extrêmes et obtenue en menant les deux horizontales *am*, *bp* jusqu'à leur rencontre avec la droite DM_1 est limitée entre les deux abscisses $I'I''$. Pour que l'oscillation soit possible, il faut donc que le courant échangé entre l'arc et le condensateur comble la différence entre $\overline{I''_1 I'_1}$ et $\overline{I'I''}$; l'expérience du régime du premier type, l'arc musical, correspond précisément à ce cas.

Le courant d'alimentation peut même subir une oscillation encore bien plus faible; quand le circuit d'alimentation est un peu inductif, une partie du courant d'alimentation sert à compenser les pertes d'énergie par effet Joule ou autre dans le circuit oscillant, grâce au fait que la branche de charge *anb* du cycle est au-dessus de la branche de décharge *bqa*; le condensateur reçoit ainsi plus d'énergie qu'il n'a à en restituer. L'amplitude de l'oscillation *ab* s'établit d'elle-même, de façon que l'aire de la boucle égale l'énergie perdue dans le circuit d'oscillation. L'ionisation des gaz chauds quand l'écart est grand empêche d'ailleurs les extinctions brusques, de même que dans l'arc alternatif.

Le second type (régime sifflant) correspond au cas où le régime moyen, M_2 par exemple, devient voisin de la limite de stabilité. Soit *c*KT la partie de cycle décrite pendant que l'intensité diminue à partir d'un maximum I'_2; au point de tangence T de la droite DT qui limite la stabilité, l'arc s'éteint et le voltage remonte jusqu'à ce qu'il atteigne une certaine tension U′ (par exemple) nécessaire pour le rallumage et qui varie suivant l'écart, les charbons, la durée du refroidissement, etc.; le cycle se rétablit alors par un parcours descendant *dfc*, et ainsi de suite. Ainsi s'expliquent les discontinuités de l'arc sifflant. Plus la force électromotrice d'alimentation E est élevée, plus ce régime est facile à maintenir, même avec une intensité plus faible de courant, parce que le rallumage se fait plus facilement par l'ionisation de la cathode. La même figure montre que si l'on augmente le courant à l'excès et, par exemple, au régime M_3, comme la courbe de stabilité tend à devenir horizontale, voire même à remonter (sauf dans le cas plus complexe de sifflement par excès de densité de courant), il n'est alors plus possible d'obtenir la charge du condensateur pendant une diminution du courant dans l'arc et par conséquent l'arc cesse de chanter, ce qui est bien conforme à l'expérience.

PHYSIQUE. — *Appareil et methode de mesure des coefficients d'aimantation.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

L'appareil que j'emploie pour la mesure des coefficients d'aimantation est constitué par l'association d'une balance de torsion et d'un électro-aimant; mais ce qui caractérise la méthode, c'est que, d'une part, les deux bobines, munies de pièces polaires convenables, ne sont jamais excitées simultanément, mais toujours l'une après l'autre et tout spécialement pour fixer la position du corps en expérience; d'autre part, une étude méthodique du champ permet de connaître l'action exercée en chaque point sans qu'il soit nécessaire d'équilibrer cette action par une torsion convenable pour ramener le corps à sa position initiale; on évite ainsi d'intervenir en déplaçant le limbe gradué dont les balances de torsion sont munies généralement à la partie supérieure; en dehors de ce fait que le tambour en question ne permet pas d'évaluer les angles d'une façon très précise, on produit toujours, en le déplaçant, un ébranlement nuisible à l'exactitude des mesures.

Il est évidemment beaucoup plus précis de mesurer la torsion par la déviation elle-même, qu'on observe par un procédé amplificateur, mais cette méthode ne peut être utilisée que si l'on connaît l'action exercée aux différents points du champ où le corps s'arrêtera, car cette action est variable en raison de la non-uniformité du champ qui est précisément la cause du phénomène observé. L'étude de cette action, qui est une fonction du champ, m'a amené à reconnaître l'existence d'une région où sa variation linéaire simplifie très heureusement les mesures et permet une comparaison rapide des coefficients d'aimantation.

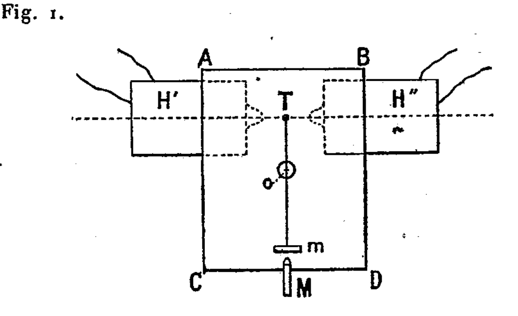
C'est d'ailleurs en cherchant à supprimer toute cause d'ébranlement que j'ai été amené à modifier le dispositif de MM. Curie et Chéneveau; dans l'appareil imaginé par ces physiciens, on observe l'action successivement exercée dans un sens, puis dans un autre, par le champ magnétique d'un aimant en fer à cheval qu'on transporte en faisant balayer par les lignes de force l'espace où se trouve le corps étudié; ces lignes de force sont perpendiculaires au déplacement de l'aimant et la partie non uniforme du champ exerce une action généralement perpendiculaire au champ; l'aimant est entraîné par une glissière actionnée par une manivelle sur laquelle l'opérateur *agit pendant qu'il observe* le déplacement du corps à l'aide d'un microscope et d'un micromètre; quelle que soit la régularité de ce mouve-

ment, il est bien difficile de le réaliser sans produire de légers ébranlements qui varient à chaque demi-tour de la manivelle dont la vitesse doit d'ailleurs changer avec l'amortissement obtenu pour la partie mobile; d'autre part, le transport de l'aimant d'une côté à l'autre de l'appareil entraîne une dissymétrie qui limite la précision des mesures.

Pour éviter ces inconvénients, j'ai voulu réaliser la production du champ sans mouvement appréciable à l'aide d'un interrupteur indépendant de l'appareil, en créant d'ailleurs un champ non uniforme dont la décroissance soit assez rapide pour entraîner une action énergique, puisque la partie uniforme n'est pas directement utilisée.

Ainsi donc, tandis que dans l'appareil de MM. Curie et Chéneveau l'action efficace est perpendiculaire au champ et peut être représentée par $km\mathrm{H}y\frac{d\mathrm{H}y}{dx}$, dans le dispositif que j'ai utilisé la force effective est dirigée *comme le ehamp* et a pour valeur $km\mathrm{H}y\frac{d\mathrm{H}y}{dy}$ ou $km\mathrm{H}\frac{d\mathrm{H}}{dy}$ dans la partie axiale. Pour obtenir ce résultat, l'appareil était constitué de la façon suivante (*fig.* 1) : ABCD représente la cage vitrée d'une

Fig. 1.



balance de torsion dont le fil projeté en O porte une longue aiguille soutenant à l'une de ses extrémités un micromètre *m* visé par un microscope M et à l'autre extrémité un tube T contenant le corps que l'on étudie; les vitres de la cage sont percées d'ouvertures circulaires qui laissent pénétrer les bobines H' et H" munies de pièces polaires convenables entre lesquelles se trouve la partie inférieure du tube T; un commutateur permet d'envoyer le courant dans l'une ou l'autre des bobines. Si le corps placé dans la partie médiane est diamagnétique, il est alors repoussé par la bobine excitée et vient prendre aussitôt, grâce à un amortissement convenable, une position d'équilibre qu'on observe au microscope; le déplacement est d'ailleurs indépendant du sens du courant excitateur et un inverseur permet de se mettre en garde contre les effets du magnétisme rémanent.

La position initiale étant indiquée par la division *n* du micromètre, on excite successivement l'une et l'autre des deux bobines, les numéros visés deviennent *n'* dans le

premier cas et n'' dans le second; posons

$$n - n' = \alpha' \quad \text{et} \quad n'' - n = \alpha''.$$

Pour que l'expérience sur un second corps donne des résultats qu'on puisse comparer aux précédents, il faudrait être certain de l'identité des positions finales pour les deux corps; nous verrons d'autre part qu'il suffit d'être fixé sur l'identité des positions initiales; c'est à quoi sert alors la seconde bobine; on remarque, en effet, que, si la division n correspondait rigoureusement au point médian des deux bobines, les deux déviations seraient exactement symétriques et α' serait égal à α''; si α' est supérieur à α'', on sera ainsi averti que la position initiale du corps était plus rapprochée de H′ que de H″ : on tordra alors légèrement le tambour supérieur, mais cette torsion sera exercée *avant* l'opération et l'on procédera ainsi à des déterminations successives en prenant comme points de départ les différentes divisions du micromètre; pour chacune de ces positions, on déterminera la déviation produite par la bobine de gauche et celle provenant de la bobine de droite; on construira les deux courbes qui représentent ces actions en fonction de la division initiale du micromètre; ces deux courbes, l'une ascendante, l'autre descendante, se coupent en un point qui indique la position médiane initiale déterminée d'ailleurs par la symétrie de ces deux courbes.

J'indiquerai plus tard une propriété de ces courbes qui permet de les transformer simplement pour en déduire le coefficient d'aimantation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique.* Note de M. A. **Recoura**.

Je me propose de décrire dans cette Note des phénomènes assez curieux dont les solutions très concentrées de sulfate ferrique sont le siège. Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 19 juin 1905) j'ai montré qu'une dissolution concentrée de sulfate ferrique, obtenue en dissolvant le sulfate anhydre dans son poids d'eau, se dédouble complètement quand on la laisse en contact quelques jours avec l'acétone, en acide sulfurique, qui se dissout dans l'acétone, et en sulfate basique solide, blanc jaunâtre, soluble dans l'eau, qui a pour composition $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq.

Mais l'hydrolyse de cette dissolution et la formation du sulfate basique peuvent être constatées directement sans avoir recours à aucun artifice. On enferme cette dissolution très concentrée dans un flacon *bien bouché* et on l'abandonne à la température ordinaire. Au bout d'une dizaine de jours on voit apparaître au fond du flacon un dépôt solide blanc jaunâtre, qui s'accroît d'abord très lentement, puis avec une rapidité croissante, et qui, au bout de 1 mois environ, a envahi la totalité de la liqueur. On a alors

une bouillie claire homogène, qui est constituée par le mélange du corps solide pulvérulent et de la liqueur. Si l'on effectue alors la séparation, on constate que le corps solide n'est autre chose que le sulfate basique dont il vient d'être question et que la liqueur est une dissolution de sulfate ferrique renfermant un excès d'acide sulfurique. Dans une dissolution renfermée depuis 2 mois en flacon fermé on a trouvé que le liquide séparé du solide avait pour composition Fe^2O^3, $(3,33)SO^3$ et que 43 pour 100 du fer étaient à l'état de sulfate basique solide et 57 pour 100 à l'état de sulfate acide dissous.

Ainsi donc une solution très concentrée de sulfate ferrique se dédouble spontanément dans un flacon fermé en sulfate basique solide (quoique soluble) de composition bien déterminée $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq. *et un sulfate acide dissous (ou mélange de sulfate neutre et d'acide libre).* Mais ce dédoublement n'est pas instantané; il est en fonction du temps. La rapidité et la grandeur de ce dédoublement sont grandement influencées par différentes circonstances que je vais examiner.

Influence d'un germe. — J'ai dit que lorsqu'on abandonne la solution concentrée de sulfate ferrique à elle-même, dans un flacon fermé, ce n'est qu'au bout d'une dizaine de jours qu'on voit apparaître les premiers germes du dépôt de sulfate basique. Mais si, après avoir fait la solution de sulfate, on lui ajoute aussitôt quelques germes de sulfate basique, ceux-ci deviennent un centre de développement, et le dépôt solide commence dès le premier jour et s'accroît de jour en jour. *Ainsi le contact du sulfate basique avec la liqueur provoque le dédoublement.* Mais néanmoins ce dédoublement se poursuit avec une grande lenteur, parce que, la liqueur étant sirupeuse, les échanges entre les différentes couches de liquide sont extrêmement lents. C'est ainsi que l'on peut constater que, alors qu'un abondant dépôt de sulfate basique s'est déjà produit, et que par suite la liqueur s'est enrichie notablement en acide sulfurique, la couche supérieure du liquide limpide a conservé sa composition première. Mais si, au lieu d'abandonner la liqueur au repos, on l'agite de temps en temps avec une baguette, de façon à maintenir le dépôt solide en suspension dans la liqueur sirupeuse, alors la formation du sulfate basique est grandement accélérée.

Influence de la concentration de la dissolution. — Les expériences que je viens de relater ont été faites avec des dissolutions renfermant poids égaux de sulfate anhydre et d'eau, c'est-à-dire ayant la composition $Fe^2O^3, 3SO^3, 22H^2O$. *Avec des dissolutions plus concentrées le dédoublement est plus rapide et le dépôt de sulfate basique plus abondant.* Ainsi, si l'on fait une dissolution ayant la composition

$$Fe^2O^3, 3SO^3, 15H^2O,$$

cette solution, en vase fermé, commence à déposer du sulfate basique au bout de 24 heures, et 12 heures après elle est complètement prise, formant une masse spongieuse humide et molle. Dans ce cas il n'est pas possible de séparer mécaniquement le

liquide du solide, mais on y parvient en délayant la matière dans l'alcool absolu, dans lequel le sulfate basique est insoluble. On constate ainsi que 80 pour 100 du fer sont à l'état de sulfate basique solide, et 20 pour 100 à l'état liquide ayant la composition $Fe^2O^3,(4,72)SO^3$. On voit que la proportion de sulfate basique est beaucoup plus abondante, et de plus l'état d'équilibre entre le sulfate basique et la liqueur acide est atteint presque tout de suite. J'ai constaté qu'au bout de 4 mois il est le même qu'au bout de 6 jours. *Au contraire, avec des dissolutions plus étendues, le dépôt de sulfate basique est moins rapide et moins abondant, et il cesse complètement au-dessous d'une certaine concentration.* Ainsi une dissolution ayant la composition

$$Fe^2O^3, 3SO^3, 28H^2O$$

ne donne lieu à aucun dépôt de sulfate basique, quel que soit le temps qu'on la conserve (2 ans).

Influence de la température. — C'est à la température de 20° environ que le dépôt de sulfate basique se produit le plus rapidement. Aux basses températures il est beaucoup plus lent. Ainsi la solution $Fe^2O^3, 3SO^3, 15H^2O$ qui, comme je l'ai dit, se prend en masse au bout de 36 heures à la température de 20°, ne commence à déposer du sulfate basique qu'au bout de 6 jours, à la température de 0°, et la transformation n'est terminée que le dixième jour.

Conclusions. — Toutes ces circonstances qui influent sur la formation du sulfate basique indiquent qu'on ne se trouve pas en présence d'un phénomène d'hydrolyse simple, mais qu'il y a en même temps une transformation moléculaire. On peut s'en rendre compte directement de la façon suivante. Au début, alors qu'il n'y a aucun dépôt de sulfate basique, le sulfate neutre est déjà hydrolysé, car, si l'on agite la solution pendant 1 minute avec de l'acétone et si l'on sépare immédiatement l'acétone de la solution (qui est restée limpide), on constate dans l'acétone la présence de beaucoup d'acide sulfurique (plus des $\frac{2}{3}$ de la quantité correspondant à l'hydrolyse totale). Donc, dès le début, la solution de sulfate ferrique renferme une notable quantité d'acide libre, et par suite du sulfate basique en quantité correspondante. Si celui-ci ne se dépose qu'à la longue, c'est qu'il subit lentement une transformation moléculaire, qui le rend moins soluble. Cette transformation moléculaire est prouvée par le fait que, au début, la liqueur (qui, comme je viens de le montrer, est un mélange d'acide sulfurique libre et de sulfate basique dissous) est instantanément soluble dans l'alcool absolu, employé même en grand excès; tandis qu'au bout de 1 mois, quand la liqueur a déposé du sulfate basique, l'alcool ne dissout que la partie restée liquide et pas le sulfate basique. Celui-ci, qui, au début, était soluble dans l'alcool, y est donc devenu insoluble.

Les phénomènes que je viens de décrire permettent d'expliquer, comme

je le montrerai, ce qui se passe quand on évapore les solutions de sulfate ferrique dans le but de préparer le sulfate ferrique hydraté.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons du chlorure d'aluminium avec l'oxychlorure de carbone.* Note de M. E. BAUD.

Lorsqu'on liquéfie de l'oxychlorure de carbone sur du chlorure d'aluminium anhydre, ce sel se dissout entièrement et si on laisse alors se dégager, à la température ordinaire, l'excès de gaz liquéfié, il reste un produit liquide incolore se solidifiant à -2° et ayant pour composition

$$Al^2Cl^6, 5COCl^2.$$

Ce corps a une tension de dissociation égale à 760^{mm} de mercure à $+30^o$.

Il abandonne $2COCl^2$ et il reste un deuxième composé liquide

$$Al^2Cl^6, 3COCl^2,$$

se solidifiant à $+9^o$.

Celui-ci se dissocie à son tour à $+55^o$ en donnant un produit solide cristallisé en aiguilles soyeuses réunies en houppes et répondant à la formule

$$2Al^2Cl^6, COCl^2.$$

Ce dernier corps ne se dissocie qu'à $+150^o$.

Ces trois composés se dissolvent dans l'eau en donnant une solution de chlorure d'aluminium tandis qu'une partie du gaz se dégage.

C'est pourquoi la dissolution en vue de l'analyse a dû être faite dans une liqueur étendue de potasse.

On peut encore obtenir les deux dernières combinaisons par distillation du chlorure d'aluminium dans un courant d'oxychlorure de carbone parfaitement sec.

Dans les parties froides de l'appareil on obtient le dérivé liquide

$$Al^2Cl^6, 3COCl^2,$$

et dans les parties plus chaudes des cristaux du corps

$$2Al^2Cl^6, COCl^2.$$

L'oxyde de carbone ne se combine pas au chlorure d'aluminium par simple addition. Mais, si l'on dirige dans un tube chauffé au rouge un mélange de vapeur de chlorure d'aluminium et d'oxyde de carbone, ce dernier est réduit partiellement avec formation de charbon, d'alumine et de chlore.

Le chlore forme, avec l'oxyde de carbone en excès, de l'oxychlorure qui

s'unit au chlorure d'aluminium et l'on obtient une petite quantité des deux derniers composés que je viens de décrire.

Ceux-ci existent dans le chlorure d'aluminium du commerce, où ils proviennent de l'oxyde de carbone qui se forme dans la préparation.

Lorsqu'on sublime ce chlorure d'aluminium impur, la combinaison oxychlorocarbonique se dissocie, puis se reforme dans les parties froides.

Il en est encore de même si l'on fait la sublimation sur de l'aluminium en poudre, car l'oxychlorure de carbone se dégage à une température trop basse pour être décomposé par l'aluminium.

Pour avoir du chlorure d'aluminium pur, le mieux est de faire une sorte de sublimation fractionnée en entraînant par un courant d'azote ou d'hydrogène, dans un long tube à analyse, les vapeurs du chlorure à purifier.

Les impuretés telles que les combinaisons oxychlorocarboniques se condenseront les premières, tandis que le chlorure d'aluminium pur sera constitué par les parties les plus volatiles.

En résumé, j'ai montré l'existence de trois nouvelles combinaisons :

$$Al^2Cl^6, 5COCl^2,$$
$$Al^2Cl^6, 3COCl^2,$$
$$2Al^2Cl^6, COCl^2.$$

La seconde correspond au carbonate neutre $Al^2O^3, 3CO^2$ qui n'a pas été isolé.

La dernière se trouve dans le chlorure d'aluminium du commerce.

Enfin, la solution de chlorure d'aluminium dans l'oxychlorure de carbone liquide pourra peut-être permettre de réaliser des synthèses qui n'étaient pas possibles avec le chlorure d'aluminium solide.

CHIMIE MINÉRALE. — *Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

Nous avons étudié la constitution et les propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt, suivant la méthode que nous avons adoptée pour nos recherches sur les aciers spéciaux.

Aciers à l'étain. — De 0 à 5 pour 100 d'étain, on trouve la même constitution que pour les aciers au carbone ordinaire. A 5 pour 100 une attaque un peu prolongée montre autour de la perlite des taches blanches semblables à celles que l'on trouve

dans certains aciers au silicium. A 10 pour 100 d'étain, les taches blanches sont plus importantes; mais on n'a pas trace de graphite. Tout le carbone est à l'état de carbure de fer.

En résumé, l'étain commence par entrer en solution dans le fer et se sépare sous forme d'un composé défini, lorsqu'il y a saturation; le carbone est toujours à l'état de carbure de fer, du moins pour une teneur ne dépassant pas 10 pour 100 d'étain. Les aciers à l'étain ne sont plus susceptibles d'être laminés dès que la teneur en étain dépasse 1 pour 100; ils sont alors extrêmement durs et fragiles. Le recuit a même influence sur ces aciers que sur les aciers ordinaires; dans aucun cas nous n'avons eu à noter la précipitation du carbone à l'état de graphite. La trempe ne produit de la martensite que là où préexiste la perlite, il semble donc que la solution fer-stannure de fer ne dissout pas le carbone.

Aciers au titane. — Nous avons étudié des aciers au titane contenant jusqu'à 9 pour 100 de ce métal; les uns renfermaient peu de carbone, et les autres environ 0,700; dans tous les cas nous avons trouvé à ces aciers même constitution qu'aux aciers ordinaires; la micrographie paraît donc indiquer que le titane entre en solution dans le fer.

Les essais mécaniques ne montrent aucune amélioration très sensible des qualités de l'acier; toutefois, dans les aciers à haute teneur en carbone, on note une charge de rupture plus élevée que pour les aciers ordinaires; il semble d'ailleurs que la ferrite de ces aciers est beaucoup plus dure que celle des aciers au carbone ordinaire, comme si tout le titane s'y était concentré; c'est ainsi que nous avons obtenu les résultats suivants :

Composition.		Propriétés mécaniques.					
C.	Ti.	R.	E.	A°/₀	Σ.	Choc.	Dureté.
0,122	0,415	40,7	33,9	20	68,4	25	99
0,137	1,39	48,2	36,1	19	62,1	25	101
0,139	2,57	45,2	34,6	17,5	68,4	29	90
0,760	0,325	94,1	54,9	7,5	19,0	3	207
0,611	2,57	90,4	58,8	10,5	34,7	3	212
0,635	4,63	89,8	57,8	9,5	34,2	4	212
0,650	8,71	117,5	62,5	8,5	39,7	5	248

Le recuit agit sur ces aciers comme sur les aciers ordinaires; la trempe modifie ces aciers comme des aciers au carbone, en présentant cependant une différence dans les propriétés mécaniques plus sensible que dans les aciers au carbone ordinaires.

En résumé, l'étude micrographique, aussi bien que l'étude des propriétés mécaniques des aciers au titane, montre que ce métal a une influence très faible sur les propriétés des aciers et que ces alliages ne présentent aucun intérêt industriel.

Aciers au cobalt. — Nous avons étudié des aciers renfermant jusqu'à 60 pour 100 de cobalt, tous ces échantillons sans exception sont perlitiques, le cobalt n'amène aucune transformation dans la microstructure des alliages fer-carbone. Les propriétés mécaniques sont d'ailleurs très peu modifiées, toutefois la charge de rupture et les limites élastiques croissent lentement tandis que les allongements et les strictions se

modifient en sens contraire. Les aciers au cobalt ne présentent donc aucun intérêt industriel, ils ne rappellent en rien les aciers au nickel.

En résumé, les recherches que nous avons faites sur les aciers à l'étain, au titane et au cobalt montrent que ces métaux entrent en solution dans le fer et que le carbone de ces aciers est, du moins dans la limite de nos expériences, à l'état de carbure de fer. Les propriétés mécaniques de ces aciers n'en font prévoir aucune utilisation industrielle; elles montrent clairement la différence très nette qui existe entre les aciers à l'étain, au titane et les aciers au silicium d'une part et les aciers au nickel et au cobalt d'autre part.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation des aldoximes.* Note de M. **A. Mailhe**, présentée par M. H. Moissan.

L'hydrogénation des oximes, que l'on réalise habituellement par l'amalgame de sodium, peut se faire très aisément par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, à l'aide du nickel divisé et de l'hydrogène. En opérant à une température comprise entre 180° et 220°, on obtient tout d'abord production d'une *amine primaire* de même richesse carbonée que l'oxime, formée selon la réaction

$$RC = NOH.R' + 2H^2 = H^2O + RCH.NH^2.R'.$$

Mais à la température de la réaction, le nickel exerce un dédoublement de l'amine primaire, semblable à celui que MM. Sabatier et Senderens ont signalé dans l'hydrogénation des nitriles et de l'aniline. Il y a formation de gaz ammoniac et d'amine secondaire selon la formule

$$\begin{matrix}2\,R \\ 2\,R'\end{matrix}\Big\rangle CH.NH^2 = NH^3 + \left(\begin{matrix}R \\ R'\end{matrix}\Big\rangle CH\right)^2 NH.$$

Dans certains cas, il y a même formation d'une très petite quantité d'amine tertiaire $\left(\begin{matrix}R \\ R'\end{matrix}\Big\rangle CH\right)^3 N$.

En réglant convenablement l'arrivée de l'oxime et de l'hydrogène toujours employé en excès, on obtient la transformation totale de l'oxime en un mélange d'amines très faciles à condenser.

Le cuivre divisé peut réaliser aussi l'hydrogénation des oximes et conduit également à la formation d'amines primaire et secondaire.

Ethanaldoxime. — Lorsqu'on entraîne par un courant d'hydrogène des vapeurs d'acétaldoxime sur du nickel divisé provenant de la réduction de son oxyde et porté à une température comprise entre 150° et 200°, on obtient un abondant dégagement de gaz primaire ammoniac, et un liquide où l'on peut mettre en évidence la présence d'une amine par la réaction de la carbylamine. Ce liquide, soumis au fractionnement, a permis d'isoler en quantité notable la diéthylamine brûlant à 57°, et une faible dose de triéthylamine distillant entre 88° et 91°.

Le produit dominant dans cette hydrogénation est la diéthylamine, ce qu'on peut expliquer facilement par la très grande volatilité de l'éthylamine qui échappe en grande partie à la condensation.

Œnanthaldoxime. — L'œnanthaldoxime ou oxime de l'aldéhyde heptylique fond à 50° et bout à 195°. Elle subit aisément l'hydrogénation vers 210°-220°. Le liquide condensé laisse par fractionnement : 13 parties d'amine primaire, 6 parties d'amine secondaire, 1 partie d'amine tertiaire.

L'amine primaire $C^7H^{15}NH^2$ ou amino-heptane, obtenue précédemment par Goldschmidt en hydrogénant l'œnanthaldoxime à l'aide de l'amalgame de sodium, est un liquide incolore, d'odeur désagréable, bouillant à 153°. Elle donne par action de l'isocyanate de phényle la phénylheptylurée

$$CO \begin{matrix} \diagup NH\,C^6H^5 \\ \diagdown NH\,C^7H^{15} \end{matrix}$$

qui cristallise en aiguilles prismatiques fondant à 63°.

L'amine secondaire $(C^7H^{15})^2NH$ ou diheptylamine n'avait jamais été décrite. C'est un liquide incolore qui bout à 271° sous 750^{mm}, peu soluble dans l'eau, bleuissant fortement le tournesol et donnant un carbonate et un chlorhydrate cristallisés très déliquescents. Mis dans la glace, il se prend en une masse solide qui, essorée à la trompe, laisse des aiguilles incolores fondant à 30°.

L'amine tertiaire $(C^7H^{15})^3N$, qui bout vers 330° sous 762^{mm}, a été obtenue en trop petite quantité pour qu'il soit permis d'en déterminer les constantes physiques.

Benzaldoxime. — L'hydrogénation *régulière* de la benzaldoxime est impossible à réaliser, puisque ce corps se décompose par distillation en acide benzoïque et benzamide. Néanmoins, lorsqu'on dirige, en même temps que de l'hydrogène, les vapeurs obtenues en chauffant de la benzaldoxime dans une nacelle placée à l'une des extrémités d'un tube contenant du cuivre divisé, sur ce cuivre chauffé à 220-230°, on recueille un liquide qui fournit par le fractionnement : 6 parties d'aldéhyde benzoïque, 2 parties de benzylamine, 1 partie et demie de dibenzylamine et 1 demi-partie de tribenzylamine. — Le nickel dans les mêmes conditions n'a produit que du toluène.

Il semble donc qu'une partie de la benzaldoxime ait échappé à la décomposition par l'ébullition et ait subi l'hydrogénation régulière par le cuivre à la manière des aldoximes. En réalité la réaction est plus complexe. Lorsqu'on dirige des vapeurs de benzaldoxime sur du cuivre chauffé vers 220°, elles se dédoublent en un mélange d'aldéhyde benzoïque, d'un peu d'acide benzoïque, d'eau et de benzonitrile. Le nickel produit un résultat analogue. En présence du cuivre le benzonitrile s'hydrogène et se transforme en un mélange d'amines (les trois benzylamines), et l'aldéhyde benzoïque

n'est pas modifié. En présence du nickel à 200°-210°, le benzonitrile et l'essence d'amandes amères sont transformés en toluène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la bromuration de la paraldéhyde.* Note de M. P. Freundler, présentée par M. H. Moissan.

L'action du brome sur la paraldéhyde a été étudiée dans diverses conditions par M. Pinner ([1]). Cet auteur n'a isolé de produits définis qu'en opérant en présence d'éther acétique.

Mes recherches sur le bromacétal ([2]) m'ont conduit à reprendre cette question, et je suis arrivé à un tout autre résultat que M. Pinner en modifiant quelque peu sa méthode.

En effet, la bromuration de la paraldéhyde s'effectue mal à la température ordinaire, et elle est accompagnée d'une crotonisation plus ou moins complète. Si l'on a soin, au contraire, d'opérer entre — 5° et 0°, la réaction se poursuit normalement, surtout à la lumière, et l'on obtient de l'aldéhyde bromacétique que je décrirai plus tard et dont j'ai indiqué (*loc. cit.*) la transformation en acétal.

Cette méthode ne permet pas de préparer l'aldéhyde dibromacétique, car un excès de brome ne réagit pas sensiblement à froid. Mais si, après avoir ajouté une deuxième molécule de brome, on laisse la masse se réchauffer spontanément et si on la projette ensuite sur un mélange de glace et de carbonate de soude, on obtient en abondance (75 pour 100 de la théorie), un précipité cristallin, blanc, répondant à la formule $C^4H^4Br^4O$. Les autres produits de la réaction sont constitués essentiellement par de l'aldéhyde bromacétique, avec très peu de bromoforme et de bromal.

Ce composé $C^4Br^4H^4O$ peut être purifié facilement par cristallisation dans l'éther ou dans l'acétone ou par distillation dans le vide; il est insoluble dans l'eau, soluble dans la plupart des liquides organiques et distille à 145°-147° sous 13^{mm}. La vapeur d'eau l'entraîne assez facilement. Il se présente généralement sous la forme de gros prismes fusibles à 63°-64°.

Le mode de formation de cette substance ne permet pas de lui attribuer d'autre formule que celle d'une *aldéhyde tétrabromobutyrique*,

$$CH^2Br.CHBr.CBr^2CHO;$$

([1]) *Ann. Chem.*, t. CLXXIX, p. 67.

([2]) Freundler et Ledru, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 794.

j'ai pu, en effet, la reproduire en petite quantité en crotonisant l'aldéhyde bromacétique par l'acide sulfurique concentré et en fixant ensuite du brome sur l'aldéhyde dibromocrotonique brute ainsi obtenue :

$$2CH^2Br.CHO = CH^2Br.CH = CBr.CHO + H^2O.$$
$$CH^2Br.CH = CBr.CHO + Br^2 = CH^2Br.CHBr.CBr^2.CHO.$$

Cette constitution s'accorde d'ailleurs avec certaines propriétés du corps; en revanche, ce dernier ne présente aucune des réactions que l'on est habitué à rencontrer chez les aldéhydes.

Ainsi, l'aldéhyde tétrabromobutyrique ne forme ni hydrate, ni semicarbazone, ni bisulfitique; elle n'est sensiblement pas attaquée par le perbromure de phosphore à 100°, ni par les alcalis aqueux concentrés (33 pour 100) en présence desquels on peut l'entraîner sans décomposition notable.

En revanche, il suffit de chauffer le composé en question pendant quelques minutes avec de l'alcool pour le décomposer complètement en bromure d'éthyle, aldéhyde bromacétique, bromacétal et très probablement en bromacétate d'éthyle. D'autre part, l'acide nitrique fumant (mais non l'acide ordinaire) l'oxyde énergiquement à froid, en donnant de l'acide bromacétique et de l'acide bromhydrique, mais pas d'acide oxalique. Le magnésium se dissout dans une solution éthérée de l'aldéhyde tétrabromée; après traitement par l'eau, on obtient une résine blanche ainsi qu'un peu d'aldéhyde butyrique normale. L'action de la poudre de zinc et de l'eau bouillante fournit de l'aldéhyde crotonique. Enfin, lorsqu'on chauffe dans le vide un mélange intime d'aldéhyde et de soude pulvérisée en grand excès, il distille en quantité théorique un mélange de bromures éthyléniques et acétyléniques, malheureusement très oxydables, parmi lesquels un composé possédant toutes les propriétés du bromure de propargyle bromé $CH^2Br.C \equiv CBr$ de M. Lespieau (¹). Dans le résidu solide qui est à peine coloré, j'ai pu déceler une petite quantité d'acide formique. Cette dernière réaction rapproche un peu le produit en question du bromal.

En résumé, la bromuration de la paraldéhyde à basse température fournit de l'aldéhyde bromacétique; celle-ci se crotonise au-dessus de 0° en présence d'acide bromhydrique, mais cette crotonisation est limitée. En présence d'un excès de brome, l'aldéhyde dibromocrotonique se transforme en aldéhyde tétrabromobutyrique, corps inerte et très stable, mais dont la chaîne se disloque aussitôt qu'on lui enlève de l'acide bromhydrique. Le complexe $CH^2Br.CBr = CBr.CHO$ serait donc instable.

(¹) *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XI, p. 269.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouvelles β-cétoaldéhydes.* Note de MM. F. COUTURIER et G. VIGNON, présentée par M. A. Haller.

On sait, par les travaux de Claisen, que le formiate d'éthyle et les acétones $R - CO - CH^3$ réagissent en présence de l'éthylate de sodium pour donner les β-cétoaldéhydes, $R - CO - CH = CHOH$, dont la forme stable est celle d'acétones-alcools non saturés.

Les β-cétoaldéhydes à chaîne linéaire donnent des composés métalliques très bien cristallisés, mais présentent une grande instabilité lorsqu'on cherche à les isoler, et se polymérisent spontanément en donnant un dérivé trisubstitué de la benzine.

Claisen et Meyerowitz ont appliqué la même réaction aux acétones de formule $R - CO - CH^2 - R'$, et ont obtenu dans ce cas des cétoaldéhydes tout à fait stables, pouvant parfois se distiller sans décomposition, et répondant à la formule $R - CO - \underset{\substack{| \\ R'}}{C} = CHOH$; ce sont des composés à chaîne arborescente dans lesquels l'atome d'hydrogène compris entre le groupement cétonique et le groupement alcoolique terminal est remplacé par un radical hydrocarboné quelconque.

Nous nous sommes proposé de rechercher si les substitutions dans le radical hydrocarboné R des cétones de forme $R - CO - CH^3$, qui aboutissent à des formes arborescentes différentes de celles indiquées ci-dessus, pouvaient avoir une influence sur la stabilité des cétoaldéhydes.

Nous avons employé, pour l'obtention des nouvelles cétoaldéhydes, la méthode de Claisen, modifiée par l'emploi du sodium métallique sur un mélange d'éther formique et des cétones choisies. Le sel de sodium de la cétoaldéhyde formée, dissous dans l'eau glacée, acidulé par l'acide acétique et traité par de l'acétate de cuivre soigneusement privé d'acétate basique, a donné le sel de cuivre de la cétoaldéhyde qui a été purifié par lavage à l'éther de pétrole et cristallisation dans l'éther.

Nous avons ainsi obtenu les corps suivants :

I. *Diéthylacétylaldéhyde* : $\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!\!>\!CH - CO - CH = CHOH$. — Cette cétoaldéhyde a été préparée par condensation de la diéthylméthylcétone et de l'éther formique. — Son sel de cuivre $(C^8H^{13}O^2)^2Cu$ se présente sous la forme de très gros cristaux d'un bleu noir très foncé, solubles dans l'éther, et fondant à 68°.

Celui-ci, traité par l'acide sulfurique à 20 pour 100, se décompose avec mise en liberté de la cétoaldéhyde qui distille à 60°-62° sous 13mm, et à 173°-174° à la pression ordinaire sans aucune décomposition.

La diéthylacétylaldéhyde donne une semicarbazone qui, purifiée par lavage à la benzine et cristallisation dans l'alcool méthylique absolu, se présente en fines aiguilles blanches, fusibles à 162°.

II. *Triméthylacétylaldéhyde* $(CH^3)^3C - CO - CH = CHOH$ préparée par condensation de la pinacoline avec l'éther formique; son sel de cuivre $(C^7H^{11}O^2)^2Cu$ cristallise en belles tables bleu foncé, fusibles à 125-126°, solubles dans l'éther et l'alcool. Celui-ci, décomposé par l'acide sulfurique à 20 pour 100, donne un liquide incolore, à réaction fortement acide, à odeur piquante, bouillant à 53°-54° sous 13mm et distillant à 148° sous la pression ordinaire sans décomposition. La triméthylacétylaldéhyde libre ainsi formée réduit la liqueur de Fehling, réduit le nitrate d'argent et donne avec le perchlorure de fer une belle coloration rouge sang.

La semicarbazone est cristallisée en aiguilles blanches fusibles à 166°.

III. *Isovalérylaldéhyde* $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CH^2 - CO - CH = CHOH$ préparée par condensation de la méthylisobutylcétone et de l'éther formique; son sel de cuivre $(C^7H^{11}O^2)^2Cu$ cristallise en aiguilles bleues, fusibles à 142°-143°, solubles dans l'éther.

La décomposition de ce dernier par SO^4H^2 a permis d'isoler la cétoaldéhyde et de la distiller dans le vide; elle bout à 51°-53° sous 13mm, mais se décompose si on la distille sous la pression ordinaire: de plus, elle jaunit assez rapidement et au bout de quelques jours il se sépare du liquide des gouttelettes d'eau décelant une altération avec formation probable d'une tricétone par élimination de 3mol d'eau.

IV. *Isobutylacétylaldéhyde* $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CH^2 - CH^2 - CO - CH = CHOH$ préparée avec la méthylisoamylcétone dans les conditions précédemment indiquées. Son sel de cuivre $(C^8H^{13}O^2)^2Cu$ fond à 120°; sa décomposition par l'acide sulfurique donne un liquide fortement coloré en rouge, se polymérisant déjà sous l'influence du chlorure de calcium et se décomposant en grande partie à la distillation dans le vide : il passe seulement quelques gouttes de liquide incolore, bouillant à 67°-70°, paraissant être la cétoaldéhyde libre.

Il résulte de nos recherches que la stabilité des β-cétoaldéhydes n'est pas nécessairement liée à la forme arborescente indiquée par Claisen et Meyerowitz, et que l'on peut obtenir des cétoaldéhydes stables de la forme $R - CO - CH = CHOH$, à la condition que le radical hydrocarboné R soit lui-même à chaîne arborescente.

Si, d'autre part, nous comparons les diverses cétoaldéhydes obtenues, au point de vue de leur stabilité, nous constatons que ces corps paraissent d'autant plus stables que la substitution dans le radical hydrocarboné, aboutissant à une forme arborescente, se fait sur un carbone plus rapproché du groupement cétonique.

C'est ainsi que la *diéthylacétylaldéhyde* et la *triméthylacétylaldéhyde,* dans lesquelles la substitution affecte le carbone immédiatement lié au groupe cétonique, sont assez stables pour être conservées à l'abri de la lumière pendant plusieurs mois sans altération sensible.

L'*isovalérylaldéhyde* dans laquelle la chaîne arborescente est séparée du groupe CO par un groupe CH^2 est déjà moins stable; enfin l' *isobutylacétylaldéhyde,* dans la formule de laquelle se trouvent deux groupes CH^2 intercalaires l'est encore beaucoup moins et participe ainsi des propriétés des β-cétoaldéhydes à chaîne linéaire saturée qui ne peuvent exister à l'état libre.

Le nombre relativement faible de corps préparés ne nous permet cependant pas de conclure à une loi générale; nous nous proposons d'en poursuivre la vérification et d'étendre la réaction aux corps à radicaux hydrocarbonés non saturés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Iodomercurates et chloroiodomercurate de monométhylamine.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. H. Moissan.

L'iodure mercurique est susceptible de se combiner à l'iodhydrate d'aniline en donnant des iodomercurates et à la fois à l'iodhydrate et au chlorhydrate d'aniline en donnant des chloroiodomercurates contenant à la fois de l'iodhydrate d'aniline, du chlorhydrate d'aniline et l'iodure mercurique.

On peut préparer des combinaisons analogues en partant de la monométhylamine. Il est à remarquer que, tandis que les iodomercurates sont jaunes, les chloroiodomercurates jusqu'ici étudiés sont sensiblement incolores; ils cristallisent d'ailleurs avec la plus grande facilité comme les iodomercurates.

La méthylamine employée pour la préparation des corps qui suivent avait été obtenue au moyen de l'acétamide bromé et complètement privée d'ammoniaque par le procédé Jarry.

Iodomercurate $CH^5AzHI.HgI^2$. — On place dans un tube à essais $4^g,54$ d'iodure mercurique ($\frac{1}{10}$ de molécule), $2^g,40$ d'iodhydrate de monométhylamine ($\frac{1,5}{10}$ de molécule) et 2^{cm^3} d'eau; on chauffe légèrement. Tout se dissout et, par refroidissement, il se dépose de fines aiguilles jaunes que l'on sépare par décantation de la majeure partie de leur eau mère; la bouillie cristalline restante est jetée sur une plaque de porcelaine poreuse et séchée sur cette plaque dans une cloche garnie d'acide sulfurique.

L'eau mère abandonnée à l'évaporation lente sur l'acide sulfurique laisse déposer des cristaux beaucoup plus volumineux du même corps : ce sont des aiguilles jaunes ayant jusqu'à 10^{cm} de longueur sur 2^{mm} d'épaisseur.

Le dosage du mercure, de l'iode et de la méthylamine fournit des chiffres correspondant exactement à la formule indiquée; savoir : mercure (pour 100) 32,67; iode (pour 100) 62,22; méthylamine (pour 100) 4,95.

Ce corps fond à 173°. Il est soluble dans l'alcool absolu et dans l'éther sans décomposition apparente. Il est très soluble dans l'acide acétique cristallisable et se dépose en cristaux par refroidissement de la solution saturée à chaud; les cristaux ne sont pas mêlés d'iodure mercurique. Il est insoluble dans le chloroforme.

La chaleur le décompose en ses éléments, iodure mercurique et iodhydrate de méthylamine, qui se déposent séparément sur la paroi froide.

Il est décomposé par l'eau en iodure mercurique insoluble et iodhydrate de méthylamine dissous; la décomposition est incomplète si le poids de l'eau employée ne dépasse pas celui de l'iodomercurate.

Iodomercurate $(CH^5Az, HI)^2HgI^2$. — On place dans un tube $9^g,08$ d'iodure mercurique ($\frac{2}{10}$ de molécule), $12^g,80$ d'iodhydrate de méthylamine ($\frac{1}{10}$ de molécule) et 3^{cm^3} d'eau. Par une légère action de la chaleur, tout se dissout. Si on laisse refroidir lentement, il se dépose de grandes tables jaune pâle ressemblant au ferrocyanure de potassium. On fait tomber les cristaux sur une plaque de porcelaine poreuse et on les dessèche sur l'acide sulfurique.

L'analyse de ce corps donne : mercure pour 100, 25,10; iode pour 100, 65,68; méthylamine pour 100, 8,17.

Il fond à 221°; il est insoluble dans le chloroforme et dans l'éther anhydre, soluble dans l'alcool absolu. Très soluble dans l'acide acétique chaud, il s'en dépose bien cristallisé par refroidissement.

Il se dissout très abondamment dans l'eau sans dépôt d'iodure mercurique.

Chloroiodomercurate $(CH^5AzHCl)^2HgI^2$. — On place encore dans un tube à essais $4^g,54$ d'iodure mercurique ($\frac{1}{10}$ de molécule), $3^g,90$ de chlorhydrate de méthylamine ($\frac{6}{10}$ de molécule) et 4^{cm^3} d'eau. Par l'action de la chaleur, tout se dissout rapidement et l'on voit se déposer par refroidissement des cristaux nacrés, brillants, tabulaires, qui sont recueillis et desséchés comme les deux corps ci-dessus décrits.

Ce corps a donné à l'analyse : mercure pour 100, 33,26; iode pour 100, 42,52; chlore pour 100, 12,40; méthylamine pour 100, 10,60.

Il est en cristaux incolores fondant à 139°, solubles dans l'alcool absolu, insolubles dans l'éther et le chloroforme. Il est soluble dans l'acide acétique surtout à chaud; la solution saturée à chaud laisse déposer d'abord des cristaux d'iodure mercurique, puis, un peu plus tard, des cristaux plats incolores du chloroiodomercurate.

Au contact de la moindre quantité d'eau, il est décomposé en iodure mercurique rouge, insoluble, et chlorhydrate de méthylamine dissous.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la butyroïne et de la capronoine.* Note de MM. L. **Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons indiqué dans une précédente Note comment on peut se procurer la butyroïne et la capronoïne ([1]) en partant des butyrate et caproate d'éthyle. Pour établir la constitution de ces deux dérivés, nous avons cherché à y mettre en évidence les deux fonctions alcool et acétone.

La butyroïne donne naissance à une *oxime* bouillant à 143° sous 10^{mm}; l'une et l'autre fournissent des *semicarbazones* fusibles respectivement à 144°-145° (147° corr.) et à 92° sur le bain de mercure.

La fonction alcoolique de la butyroïne est décelée par la formation d'un *pyruvate* bouillant à 134°-138° sous 12^{mm} dont la *monosemicarbazone* fond à 145° (147° corr.).

L'oxydation même ménagée de la butyroïne et de la capronoïne ne donne naissance qu'aux acides correspondants. Au contraire, la déshydrogénation par la méthode Sabatier et Senderens conduit aisément au *dibutyryle* et au *dicaproyle*. Ces deux α dicétones se combinent au bisulfite de sodium et sont régénérées de cette combinaison au moyen du carbonate de sodium. Elles sont jaunes, bouillent, la première à 168° sous 760^{mm}, la seconde à 110°-115° sous 15^{mm} et fournissent des *dioximes* fondant respectivement à 182°-183° (187° corr.) et 181°-182° (186° corr.).

L'hydrogénation de ces deux cétones alcool par le sodium et l'alcool les transforme en un mélange des deux *glycols bisecondaires* symétriques.

L'*octanediol* 4-5-α, qui provient de la butyroïne, est liquide et bout à 115°-120° sous 10^{mm}. Son *isomère* β est cristallisé et fond à 123°-124° (125° corr.) en se sublimant. Ces deux glycols ne se combinent qu'à une seule molécule d'acide pyruvique; chauffés en tube scellé à 180° avec de l'acide sulfurique étendu ils se transforment tous les deux en *octanone* 4 dont nous parlerons plus loin.

L'hydrogénation de la capronoïne donne naissance à un mélange de deux glycols solides qu'on peut séparer par cristallisation fractionnée.

Le *dodécanediol* 6-7-α fond à 54° et bout à 155°-160° sous 10^{mm}. Son *isomère* β fond à 135°-136° (corr.). Tous les deux sont déshydratés à 200° par l'acide sulfurique étendu et fournissent la *dodécanone* 6 dont nous reparlerons également.

([1]) M. Berthelot ayant bien voulu nous faire remarquer que le terme de *caproïne* avait déjà été employé pour le glycéride de l'acide caproïque, nous désignerons par le mot de *capronoïne* (de *Capronsaüre*) le corps que nous avons découvert.

Dans ces hydrogénations par le sodium et l'alcool il se forme, en même temps que les glycols, des produits d'hydrogénation plus avancée, à savoir les *alcools secondaires* correspondants que la distillation fractionnée permet de séparer sans difficulté ([1])

$$R - CO - CH(OH) - R + 2H^2 = H^2O + R - CH^2 - CH(OH) - R.$$

L'*octanol* 4, donné par la butyroïne, est un liquide mobile, incolore, présentant une odeur assez agréable et bouillant à 71° sous 10^{mm}. Son *pyruvate* bout à 108°-110° sous 10^{mm} et fournit une *semicarbazone* pulvérulente fusible à 96°. Oxydé par le mélange chromique, il donne l'*octanone* 4 bouillant à 165°-168° sous 760^{mm}, identique au produit provenant de la déshydratation de l'octanediol. La *semicarbazone* de cette octanone fond à 100°-101° sur le bain de mercure.

Le *dodécanol* 6 bout à 119° sous 9^{mm}; il est cristallisé et fond à 30°. Son *pyruvate* bout à 150°-152° sous 10^{mm} et donne une *semicarbazone* bien cristallisée fusible à 93°-94°. L'oxydation de cet alcool par le mélange chromique fournit l'*acétone* correspondante qui bout à 112° sous 9^{mm} et se congèle en cristaux fusibles à 9°. La *semicarbazone* de la dodécanone 6 se forme, mais elle reste liquide; son *oxime* bout sans décomposition à 147° sous 10^{mm}.

On savait déjà, par calcination des sels de chaux des acides $R - CO^2H$, obtenir les acétones $R - CO - R$ qu'on désigne généralement en remplaçant par *one* le suffixe *ique* de l'acide (Ex. : acide butyrique : butyrone). Le procédé que nous avons décrit permet d'obtenir avec autant de facilité les homologues immédiatement supérieurs de ces acétones, homologues qu'on peut représenter par la formule générale $R - CO - CH^2 - R$ et désigner alors du nom de l'acétone $R - CO - R$ précédée du préfixe *homo* (Ex. : acide butyrique : homobutyrone).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une phytostérine-alcool bivalent.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré récemment que l'*arnistérine*, principe neutre cristallisable de l'*Arnica montana*, se rangeait par ses réactions colorées parmi les phytostérines et que sa molécule renfermait probablement 2^{at} d'oxygène ([2]). Les expériences suivantes établissent l'existence de deux fonctions alcool.

1° *L'anhydride acétique donne un dérivé diacétylé.*

On chauffe pendant 3 heures à 140°-150°; en projetant dans le liquide refroidi

([1]) Une observation du même genre a été faite récemment par M. A. Kling sur l'acétoïne qu'il obtient par un procédé tout différent.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 763.

un cristal provenant d'une opération antérieure, le tout se prend en masse. Après cristallisation dans l'alcool on obtient généralement un acétate α $C^{28}H^{44}(O.C^2H^3O)^2$ en assez gros cristaux octaédriques fusibles à 181°-183° (bloc Maquenne). D'autres fois il se dépose un acétate β en longs prismes fondant à 100°-101° souvent réunis deux à deux et formant une mâcle en fer de lance comme le gypse; séparés mécaniquement des premiers, ces cristaux donnent les mêmes chiffres à l'analyse. Enfin quelquefois l'acétate se dépose en boules blanches opaques, amorphes. En solution dans le benzène (4^g dans 100^{cm^3}) l'acétate α donne à +22° une déviation droite comme l'arnistérine elle-même; $\alpha_D = +74°,2$. Cryoscopie dans le benzène : titre de la solution 7^g dans 100^g, abaissement trouvé 0°,71. Poids moléculaire trouvé 485; calculé pour la formule en C^{28} : 498.

2° *Action du chlorure de benzoyle.*

On mélange l'arnistérine avec assez de réactif pour former une pâte claire et l'on chauffe à ébullition pendant quelques minutes. On dissout dans l'alcool et l'on évapore à sec. Le produit étant solidifié, dissous dans le chloroforme et additionné d'alcool, donne des lamelles nacrées renfermant du chloroforme de cristallisation; essorées et mises en contact avec de l'alcool froid celles-ci se transforment en une poudre cristalline plus dense qui est le benzoate cherché $C^{28}H^{44}(O.C^7H^5O)^2$. Il fond à 223° et est presque insoluble dans l'alcool froid. Cryoscopie dans le benzène : titre de la solution 10^g dans 100^g, abaissement trouvé 0°,85. Poids moléculaire trouvé 586. Théorie 622.

3° *L'isocyanate de phényle donne une phényluréthane*

$$C^{28}H^{44}(O.CO\,AzH\,C^6H^5)^2.$$

On chauffe au bain-marie avec la quantité théorique d'isocyanate en dissolution dans C^6H^6; on évapore à sec, on humecte avec de l'éther : du jour au lendemain le produit cristallise : on le purifie par cristallisation dans l'éther bouillant. Il fond vers 200° en se décomposant. Cryoscopie : 1° Dans l'acide acétique. A, titre de la solution, $13^g,5$ dans 100^g, abaissement 0°,55, poids moléculaire trouvé 961. B, titre de la solution 9,87 pour 100; abaissement 0°,44; poids moléculaire trouvé 877. On voit qu'il y a combinaison avec le dissolvant. On en tire pour le poids moléculaire à l'*origine* 624; la formule exige 652. — 2° Dans le bromure d'éthylène. A, titre de la solution $5^g,66$ dans 100^g; abaissement 0°,90; poids moléculaire trouvé 758. B, titre de la solution 3,30 pour 100; abaissement 0°,57; poids moléculaire trouvé 690. On en tire pour le poids moléculaire à l'*origine* 595; théorie 652.

D'après ces déterminations cryoscopiques la formule en C^{28} (ou C^{29}) est bien celle qui convient pour l'arnistérine (et non la formule en C^{14}). Par suite on se trouve pour la première fois en présence d'une phytostérine-alcool bivalent : je propose de donner à cette substance le nom d'*arnidiol*.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Procédé pour déterminer la pureté du beurre de coco.* Note de M. E. MILLIAU, présentée par M. A. Müntz.

Le beurre de coco, dont la consommation s'élève à près de cent millions de kilogrammes par an, pour la France seulement, est employé dans l'alimentation et dans la fabrication des savons.

Il est quelquefois mélangé, dans un but frauduleux, à d'autres huiles moins chères, sézame, coton, arachide, etc.

Les méthodes actuellement employées pour en reconnaître la pureté sont longues et minutieuses. Il est utile de mettre à la disposition de l'industrie une méthode rapide et sûre pour lui permettre de se garer des adultérations.

Celle que nous proposons est basée sur l'action simultanée de la phloroglucine et de la résorcine en milieu acide; elle repose sur l'apparition d'une couleur rouge groseille qui décèle la présence d'huiles de graines. La sensibilité et la sûreté de la réaction seraient diminuées si l'on n'employait qu'un seul de ces deux corps.

M. Kreiss avait préconisé l'emploi de la phloroglucine et M. Bellier celui de la résorcine pour reconnaître la pureté de l'huile d'olive. Mais les résultats obtenus n'offrent pas, pour cette recherche, une certitude assez grande, surtout si les huiles de graines mélangées sont vieilles ou altérées.

Le procédé que je propose, appliqué au beurre de coco, ne présente pas les mêmes inconvénients. Voici comment on opère : la température des réactifs et de l'huile doit être de 10°C. à 12°C. L'huile doit être limpide et exempte d'eau. On peut la filtrer au besoin.

On emploie de l'acide azotique pur à 40° ne contenant pas de vapeurs nitreuses et pris dans un flacon fraîchement débouché.

La phloroglucine et la résorcine doivent être pures, de préparation récente et tenues à l'abri de la chaleur et des vapeurs du laboratoire. Leurs solutions seront faites le jour même et à saturation. L'éther et la benzine employés seront parfaitement purs.

On verse 4^{cm^3} de beurre de coco dans une éprouvette de 15^{cm^3} avec 2^{cm^3} de la solution éthérée de phloroglucine, on mélange en imprimant avec la main un mouvement circulaire, on ajoute 2^{cm^3} de la solution benzinique de résorcine et l'on mélange encore.

On plonge alors l'éprouvette pendant quelques instants dans de l'eau maintenue à 10° environ par des fragments de glace.

On la retire et, après l'avoir essuyée, on ajoute 4^{cm^3} d'acide azotique à 40°. On transvase le tout dans un tube à essai (diamètre 15^{mm}) et l'on agite vivement pendant 5 secondes, en obturant avec une feuille de caoutchouc lavée avec le même acide. Si la réaction ne se produit pas, on donne encore, par saccades, quelques secousses espacées, tout en observant l'huile.

L'huile de coprah parfaitement pure reste sensiblement inaltérée. Des traces négligeables d'impuretés peuvent lui donner une teinte rosée à peine perceptible et disparaissant rapidement. *Mais l'addition d'une huile de graines quelconque : arachide, sésame, coton, œillette, colza, ricin, etc., et celle du suif, des oléonaphtes, des huiles de résine, dans la proportion de* 5 *pour* 100 *et même au-dessous, font naître une teinte franchement rouge groseille caractéristique qu'on observe aussitôt.*

On ne tient pas compte des réactions qui se produisent ultérieurement sous l'influence prolongée de l'acide azotique à 40°.

Ce procédé permet de trouver très facilement les huiles de graines et d'autres graisses dans le beurre de coco. Il est précis, sensible et peut être appliqué en quelques minutes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Toxicologie du mercure-phényle.* Note de MM. **E. Louïse** et **F. Moutier**, présentée par M. Armand Gautier.

Lorsque furent découverts les composés organométalliques les plus simples du mercure, le mercure-méthyle et le mercure-éthyle, leur étude fut l'occasion d'accidents mortels. Ces corps sont, en effet, toxiques à très faible dose, et il est probable qu'il en est de même de leurs homologues à radicaux gras d'une condensation en carbone relativement peu élevée.

Il nous a semblé que cette toxicité pouvait ne pas s'étendre aux composés possédant un radical *aromatique*, et nous avons étudié à ce point de vue le plus simple de tous, le mercure-phényle, corps solide, bien cristallisé, inodore et ne répandant aucune vapeur sensible à la température ordinaire. Les dissolvants employés ont été successivement l'huile de vaseline, l'huile d'olive et finalement l'acétate d'éthyle dans lequel le mercure-phényle est assez soluble. La solution ordinaire était de 50^{mg} par centimètre cube. Les expériences de laboratoire ont été faites sur des chiens au nombre de cinq. Ces expériences ayant conduit aux mêmes résultats, nous ne croyons devoir citer que les plus intéressantes :

Première expérience. *Chien de* 24^{kg}. — L'animal a été soumis pendant deux mois et demi à une série de piqûres intramusculaires faites quotidiennement à des doses progressives depuis 25^{mg} jusqu'à 400^{mg}. Il est finalement sacrifié. Pendant ce laps de temps l'animal n'a manifesté aucun symptôme pouvant être attribué à l'intoxication mercurielle, stomatite, ulcérations buccales, affections gastro-intestinales, phénomènes nerveux; on constate simplement un peu d'amaigrissement.

Seconde expérience. *Chienne pesant* $9^{kg},72$. — L'animal est soumis au même régime d'injections que le chien dans l'expérience précédente, mais à des doses relativement plus élevées et variant progressivement en cinq semaines depuis 40^{mg} jusqu'à 150^{mg}.

La recherche du mercure (1re expérience) a été faite dans les viscères du chien, reins, foie, rate; on a recherché également le mercure dans le contenu de l'intestin, la peau et les poils; le mercure était décelé par la méthode de Merget (fil de cuivre et papier à l'azotate d'argent ammoniacal); les dosages étaient faits par électrolyse, le pôle positif était représenté par une capsule de platine renfermant l'électrolyte, le pôle négatif par un fil de platine enroulé en spirale, l'intensité du courant était réglée à 35 milliampères. Nous avons trouvé les résultats suivants :

Organes et matières analysées.	Poids du mercure par kilog. en milligrammes.
Foie	426
Reins	212
Cerveau	106
Rate	traces
Sang	5,4
Peau	0
Poils	traces
Excréments	866

L'inspection de ce Tableau permet de comparer les proportions de mercure fixées par les différents organes et de constater l'élimination par les fèces et en très petite quantité par les poils.

On a constamment trouvé du mercure dans l'urine de la chienne (2e expérience) : 1° pendant toute la période des injections : 2° pendant plus d'un mois encore après la cessation du traitement.

En résumé le mercure-phényle, dans les conditions de nos expériences, est peu toxique relativement aux composés organo-métalliques à radicaux *gras*.

Le mercure introduit sous cette forme dans l'organisme l'imprègne rapidement, s'y emmagasine en partie, puis s'élimine peu à peu et d'une façon continue pendant un temps très long après la cessation des injections hypodermiques. Mais si la toxicité du mercure est en partie masquée dans le mercure phényle, son pouvoir thérapeutique s'y trouve conservé.

THERMOCHIMIE. — *Sur la combustion du soufre dans la bombe calorimétrique.* Note de M. **H. Giran**, présentée par M. G. Lemoine.

I. La chaleur de formation de l'anhydride sulfureux mesurée, à partir de ses éléments, dans la bombe calorimétrique de M. Berthelot, semble croître avec la pression (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1219); j'avais sup-

posé que cet accroissement était dû à la formation, croissante avec la pression, d'anhydride persulfurique. Pour contrôler cette hypothèse, j'ai mesuré la chaleur de formation de S^2O^7 à partir de SO^3 et de O.

Je l'ai préparé en quantité notable, par la méthode de M. Berthelot, en faisant agir l'effluve à haute tension sur un mélange de 4 vol. SO^2 avec 3 vol. O, maintenu à 0°. L'une des deux branches horizontales de l'appareil à effluves étant fermée, l'autre communiquait avec le même mélange gazeux que je faisais arriver, en le déplaçant par du mercure, dans l'appareil au fur et à mesure que les gaz se combinaient.

J'ai mesuré la quantité de chaleur que dégage cet anhydrique persulfurique lorsqu'on le dissout dans l'eau : il se décompose alors partiellement en donnant de l'acide sulfurique et de l'oxygène. Je dosais, dans la dissolution, au moyen d'une solution de sulfate de fer ammoniacal et d'une liqueur titrée de permanganate, la quantité d'acide persulfurique restant inaltérée. Le calcul résulte des cycles suivants :

$$\begin{cases} S^2O^7 \text{ sol.} + \text{aq.} = S^2O^7 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots & +x \\ S^2O^7 \text{ diss.} = S^2O^6 \text{ diss.} + O \ldots\ldots\ldots\ldots & +27^{\text{Cal}},6 \text{ (M. Berthelot)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} S^2O^7 \text{ sol.} = S^2O^6 \text{ sol.} + O \ldots\ldots\ldots\ldots & +y \\ S^2O^6 \text{ sol.} + \text{aq.} = S^2O^6 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots & +74^{\text{Cal}},6 \text{ (M. Berthelot)} \end{cases}$$

d'où

$$(1) \qquad x + 27,6 = y + 74,6,$$

$$S^2O^7 \text{ sol.} + \text{aq.} = n.S^2O^7 \text{ diss.} + n'.S^2O^6 \text{ diss.} + n'.O \ldots + Q \quad (\text{avec } n + n' = 1),$$

$$\begin{cases} n.S^2O^7 \text{ sol.} + \text{aq.} = n.S^2O^7 \text{ diss.} + n.x \\ n'.S^2O^7 \text{ sol.} + \text{aq.} = n'.S^2O^6 \text{ diss.} + n'.O + n'(y + 74,6) \end{cases}$$

$$(2) \qquad Q = n.x + n'(y + 74,6).$$

Le système d'équations (1) et (2) permet de calculer x et y, lorsqu'on a mesuré expérimentalement Q, n et n'. J'ai trouvé d'après mes mesures

$$x = +56^{\text{Cal}},71 \qquad \text{et} \qquad y = +9^{\text{Cal}},71.$$

Par conséquent,

$$S^2O^7 \text{ sol.} + \text{aq.} = S^2O^7 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad +56^{\text{Cal}},71$$
$$2SO^3 \text{ sol.} + O = S^2O^7 \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots \quad -9^{\text{Cal}},71$$

L'anhydride persulfurique est donc un composé endothermique à partir de SO^3 *et de* O; sa formation ne peut donc pas expliquer l'accroissement de dégagement de chaleur que j'avais observé.

II. Cet accroissement est dû à une autre cause.

Dans la bombe calorimétrique, après la combustion, on trouve un liquide visqueux, légèrement coloré en brun et qui répand à l'air d'abondantes fumées; en répétant les

combustions du soufre, j'en ai préparé plusieurs grammes. Par l'eau, ce liquide donne quelques vapeurs nitreuses; en le chauffant, il dégage d'abondantes vapeurs d'anhydride sulfurique, sans autre gaz et en déposant une petite quantité d'un corps solide, en lamelles cristallines. Celui-ci, traité par l'eau, produit un abondant dégagement de vapeurs nitreuses, tandis que le liquide qui le baigne, soumis au même traitement, n'en donne presque plus.

L'analyse du liquide formé dans la bombe m'a donné S = 35,62; Az = 0,53; H = 1,56.

Le corps solide cristallisé, déposé quand on chauffe ce liquide, fond à 72° et contient S = 25,48; Az = 10,61; H = 0,93. C'est donc du *sulfate acide de nitrosyle;* sa formation s'explique par la présence d'environ 5 pour 100 d'azote dans l'oxygène électrolytique industriel dont je me suis servi.

Quant au liquide de la bombe, d'après sa composition et ses propriétés, c'est de l'*acide pyrosulfurique* qui a dissous un peu de sulfate acide de nitrosyle, soit très sensiblement ($S^2O^7H^2 + 0,06 SO^5AzH$).

La petite quantité d'hydrogène contenue dans l'oxygène employé ($0^{mg},9$ de H, libre ou combiné, par litre) (1) est plus que suffisante pour changer en $S^2O^7H^2$ tout le soufre non transformé en SO^2.

La chaleur de dissolution de l'acide pyrosulfurique est

$$S^2O^7H^2 \text{ liq.} + \text{aq.} = 2SO^4H^2 \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +54^{Cal},3 \text{ (Thomsen)}$$

Il est facile d'en déduire que

$$(3) \qquad SO^3 \text{ sol.} + \tfrac{1}{2}H^2 + \tfrac{1}{2}O = \tfrac{1}{2}S^2O^7H^2 \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +44^{Cal},65$$

$$(4) \qquad SO^3 \text{ sol.} + \tfrac{1}{2}H^2O \text{ gaz.} = \tfrac{1}{2}S^2O^7H^2 \text{ liq.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +15^{Cal},50$$

La transformation de SO^3 en $S^2O^7H^2$, par combinaison soit avec l'hydrogène et l'oxygène, soit avec la vapeur d'eau, est exothermique; elle va expliquer le plus grand dégagement de chaleur observé.

Ainsi, considérons ce qui se passe sous la pression de 20^{atm}; alors les 0,22 du poids de soufre total ne se retrouvent pas à l'état de SO^2; je les avais supposés transformés en SO^3. S'ils ont été au contraire changés en $S^2O^7H^2$, il en résultera un dégagement de chaleur supplémentaire de

$$44,65 \times 0,22 = +9^{Cal},82 \quad \text{avec la réaction (3)}$$

$$15,50 \times 0,22 = +3^{Cal},41 \quad \text{» (4)}$$

J'admets la possibilité de la réaction (4) parce que, malgré la présence de P^2O^5 ou de PO^3H dans la bombe, l'oxygène pourrait n'être pas complètement desséché, par suite de son état de repos.

---

(1) Voir ma Note, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1219.

Or, l'hydrogène contenu dans l'oxygène [1] est au deux tiers à l'état d'hydrogène libre et au tiers à l'état de vapeur d'eau. Si l'on admet le même rapport pour les poids qui se transforment suivant les réactions (3) et (4), l'accroissement de quantité de chaleur sera

$$9,82 \times \frac{2}{3} + 3,41 \times \frac{1}{3} = + 7^{\text{Cal}},68.$$

Or si, dans le but d'atténuer les erreurs d'expériences, on construit la droite représentant les chaleurs de formation de SO^2 en fonction de la pression, on constate que, à 20^{atm}, on doit prendre pour chaleur de formation du gaz sulfureux le nombre $+ 76^{\text{Cal}},1$ au lieu de $75^{\text{Cal}},52$ trouvé expérimentalement. L'excès de chaleur observé est donc, dans ce cas, de $76,1 - 69,8 = + 6^{\text{Cal}},3$. La faible différence entre ce résultat et celui que j'ai calculé ci-dessus ($+ 7^{\text{Cal}},68$) peut s'expliquer par la formation d'une certaine quantité d'anhydride persulfurique, dont la présence dans les produits de la combustion n'est pas douteuse.

M. Berthelot avait déjà signalé les inconvénients de traces d'hydrogène dans les déterminations faites avec la bombe calorimétrique, notamment dans son *Traité pratique de Calorimétrie chimique* (2e édition, p. 241).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'oxyhémoglobine de cobaye. Action des fluorures.* Note de MM. **M. Piettre** et **A. Vila**, présentée par M. E. Roux.

Le sang de cobaye a l'avantage de procurer une oxyhémoglobine très facilement cristallisable, peu soluble même récemment préparée, ce qui permet d'enlever par lavage toutes les impuretés venant du sérum.

Ces propriétés nous ont servi à démontrer par l'expérience suivante combien il est difficile de préjuger d'une combinaison chimique du fluor et de l'oxyhémoglobine, hypothèse émise pour expliquer le phénomène de migration de la bande d'absorption $\lambda = 634$ sous l'influence des fluorures, dans les dilutions de sang ou de pigment cristallisé.

Le sang défibriné d'un cobaye (25^{cm^3} environ) est centrifugé; en quelques minutes, on sépare une grande partie du sérum qui est remplacé par de l'eau salée physiologique. Après avoir répété ces lavages trois fois de suite on hémolyse les globules dans leur volume d'eau par quelques gouttes d'éther. La liqueur filtrée cristallise en moins d'une heure dans un mélange de glace et de sel.

---

[1] Voir ma Note, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1219.

Ces cristaux sont susceptibles d'être lavés abondamment à l'eau pure glacée sans qu'il s'en dissolve une quantité appréciable. Ce sont de petits tétraèdres à contours bien arrêtés se rassemblant comme un sable fin.

Si l'on reçoit la liqueur des globules hémolysés dans une solution saturée de fluorure de sodium (6^{cm^3} à 7^{cm^3}) et qu'on laisse cristalliser au froid, on obtient des cristaux tout comme dans le premier cas.

Cette oxyhémoglobine, quoique née dans un milieu saturé de fluorure, donne des solutions ne présentant pas spectroscopiquement le caractère que nous avons signalé [1].

Ces cristaux, qui se sont trouvés dans des conditions si favorables pour contenir du fluor, donnent, néanmoins, en solution, la bande $\lambda = 634$. Comme toujours, l'addition d'une trace de fluorure de sodium provoque dans cette même solution la migration de $\lambda = 634$ à $\lambda = 612$.

Au contraire, la liqueur fluorée, eau mère des cristaux dont nous venons de décrire la réaction spectroscopique, présente un spectre d'absorption dont la bande du rouge est située à $\lambda = 612$. Tout le fluorure reste donc dans la liqueur mère ou passe dans les eaux de lavage.

Conclusion. — L'oxyhémoglobine n'est sensible spectroscopiquement qu'aux fluorures en solution. Les cristaux nés en milieux fluorés ne possèdent pas, lorsqu'ils sont purs, la caractéristique optique du fluor.

Nous ferons remarquer à nouveau la sensibilité de cette réaction en signalant qu'on l'obtient, en solution acétique étendue, avec des dérivés fluorés dont l'insolubilité est très grande. Outre des fluorures préparés par voie de précipitation, tels que les fluorures de lithium, de calcium, de baryum, de strontium, dont la troisième eau de lavage offre encore la réaction indiquée, nous avons recherché et observé le même phénomène dans les eaux ayant servi à léviger des minéraux fluorifères pulvérisés, tels que des fluorines, une cryolithe, une topaze.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations simultanées des acides organiques chez quelques plantes grasses.* Note de M. G. André.

La plupart des végétaux renferment généralement dans les sucs cellulaires de leurs divers organes plusieurs acides ou sels d'acides organiques. Les variations qu'éprouve chacun de ces acides, malgré le nombre considérable des travaux exécutés sur l'acidité en général, ont été rarement étudiées au point de vue quantitatif. Le problème est fort compliqué à

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, p. 390.

cause de l'absence d'une méthode exacte et rapide de séparation des acides les plus communs que l'on rencontre dans les plantes (oxalique, tartrique, citrique, malique). J'ai essayé néanmoins d'aborder cette question en utilisant deux plantes grasses, particulièrement intéressantes dans le cas actuel : *Mesembrianthemum cristallinum* et *Sedum azureum* dont j'ai entrepris antérieurement l'étude au point de vue des variations des matières salines, de l'azote et des substances ternaires [1].

Les échantillons de ces deux plantes que j'ai examinés ne renfermaient, en quantités dosables, que les acides oxalique et malique; l'acide tartrique faisait absolument défaut et la présence de l'acide citrique, que j'ai recherchée à l'aide de divers procédés et, entre autres, au moyen du réactif de Denigès, y était douteuse [2]. Je dirai, très rapidement ici, que j'ai employé la méthode bien connue de précipitation des acides à l'aide de l'acétate de plomb, en opérant chaque fois sur la plante totale, finement broyée, soit en présence de l'eau seule, soit de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, capable de dissoudre les oxalates insolubles. J'ai dosé l'acide oxalique à l'état d'oxalate de calcium en prenant les précautions signalées autrefois par MM. Berthelot et André [3]. Dans la liqueur, séparée par filtration des sels calcaires insolubles et réduite à un petit volume, on ajoute de l'alcool fort qui précipite le malate de calcium, ou mieux, de l'acétate de plomb en solution alcoolique qui précipite du malate de plomb. Ces malates sont recueillis sur filtre taré, séchés et pesés : on en vérifie la composition par le dosage de la chaux ou celui du plomb. Cette méthode sommaire, mais suffisante, permet d'étudier les variations des deux acides oxalique et malique. Voici le Tableau des expériences :

		Acide oxalique pour 100 de matière sèche :		Acide malique pour 100 de matière sèche.	Acide oxalique total + acide malique.	Eau dans 100 parties du végétal frais.	Poids de 100 pieds secs.
		des oxalates solubles.	des oxalates insolubles.				g
M. cristallinum.	I. 26 mai 1904	10,53	11,92	3,67	15,59	96,34	44,98
	II. 13 juin	6,16	9,68	4,40	14,08	96,54	374,82
	III. 1er juillet (repiquage).	5,29	5,50	10,81	16,31	94,58	2187,67
	IV. 22 juillet (floraison)	4,86	4,79	»	»	89,79	4873,23
	V. 17 août	1,90	2,56	13,83	16,39	90,38	9042,80
S. azureum.	I. 25 mai 1904	0,15	1,67	7,62	9,29	96,99	3,40
	II. 7 juin	0,23	0,25	8,73	8,98	96,89	8,40
	III. 21 juin, début flor.	0,45	1,62	8,42	10,04	94,34	142,74
	IV. 8 juillet	traces	0,74	10,13	10,87	93,89	302,72
	V. 29 juillet	traces	0,35	7,72	8,07	93,06	379,96

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1272; t. CXXXVIII, 1904, p. 639.

(2) MM. Berg et Gerber (*Revue gén. de Botan.*, t. VIII, 1896, t. 295) ont signalé, dans les *Mesembrianthemum*, la présence de l'acide citrique.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, 1887, p. 289.

I. *Mesembrianthemum cristallinum.* — Chez cette plante, la formation de l'acide oxalique a lieu surtout dans les feuilles et les oxalates solubles y dominent à tous les moments de la végétation, ainsi que l'ont montré MM. Berthelot et André (1). Lorsqu'on rapporte à un pied sec moyen du végétal la quantité d'acide oxalique total dosée, on remarque que celle-ci va en diminuant à mesure que la plante avance en âge. J'ai retrouvé la même relation, poussée beaucoup plus loin et ayant trait, à la fin de l'expérience, à des végétaux dont le poids était presque le quadruple de ceux examinés en 1885.

Au contraire, la quantité de l'acide malique va sans cesse en croissant. La somme des acides oxalique (oxalates solubles et insolubles) et malique est à peu près constante pendant toute la durée de la végétation; elle figure pour $\frac{1}{6}$ de la masse totale sèche. L'acide oxalique se détruit donc, peut-être par simple oxydation, et la formation de l'acide malique est indépendante de cette destruction. Il est, en effet, naturel de penser que l'acide oxalique représente l'avant-dernier terme de l'oxydation des hydrates de carbone, le terme ultime étant évidemment l'acide carbonique. Peut-être aussi l'acide malique prendrait-il naissance par réduction de l'acide oxalique des oxalates solubles : $2C^2H^2O^4 + H^8 = C^4H^6O^5 + 3H^2O$ sous l'influence de la fonction d'assimilation, ainsi que MM. Berthelot et André l'ont admis pour la formation de l'acide oxalique lui-même. Mais les faits actuellement connus rendent peu vraisemblable cette interprétation.

Chez le *M. cristallinum,* la proportion des hydrates de carbone solubles, faible au début, augmente ultérieurement. On peut admettre que, l'acide malique étant le premier terme de l'oxydation des hydrates de carbone, sa proportion augmente avec la quantité de ceux-ci. Il pourrait d'ailleurs exister un certain équilibre : les expériences de A. Mayer (2) paraissant démontrer que la réduction des acides végétaux dans les feuilles de plantes grasses insolées donne lieu à la production des mêmes substances que celles du gaz carbonique aérien.

Il semble, étant donnée la dose notable de l'acide oxalique dans le jeune âge, que les phénomènes d'oxydation soient plus intenses à ce moment dans la plante que dans une période plus avancée de la végétation.

Ce qui caractérise donc la végétation du *M. cristallinum,* c'est, d'une part, la nature de ses cendres dans lesquelles prédomine toujours la potasse et, d'autre part, l'abondance de l'acide oxalique dans le jeune âge suivie de sa diminution progressive qui coïncide avec une formation continue d'acide malique.

II. *Sedum azureum.* — Tout autre est le processus d'acidification chez ce

(1) *Loc. cit.*, p. 343.

(2) *Landw. Vers. Stat.*, t. XXX, 1884, p. 217.

végétal dont les cendres renferment plus de chaux que de potasse. La proportion de l'acide oxalique total y est toujours très faible : les oxalates solubles disparaissent même vers la fin de la vie de la plante. Au contraire, l'acide malique existe, même dans la plante très jeune, en quantité notable, demeurant à peu près constante pendant tout le cycle de la végétation. La proportion des hydrates de carbone solubles est relativement élevée ($\frac{1}{10}$ de la matière sèche) dans ce végétal dès les débuts de son développement; il doit probablement y avoir une relation entre leur présence et celle de l'acide malique.

Ainsi, la proportion centésimale de l'eau restant élevée et très voisine chez les deux végétaux examinés ici, la différence entre leur teneur respective en acides oxalique et malique peut être imputée à la nature et aux quantités différentes des bases qu'ils contiennent, ainsi qu'à leur teneur inégale en hydrates de carbone solubles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la production d'un cidre doux.* Note de M. G. **Warcollier**, présentée par M. E. Roux.

L'industrie cidrière réclame de plus en plus, pour satisfaire sa clientèle, des cidres limpides, doux, mousseux, bouquetés, agréables.

Jusqu'à présent on n'a jamais réussi à diriger la fermentation de façon à obtenir régulièrement et sûrement des produits qui répondent à ces desiderata.

Les travaux de Pasteur (1), de Denys Cochin (2) et ceux, plus récents, de M. Mazé (3) ont montré que la vie anaérobie de la levure est limitée et que la zymase, qui dédouble le sucre en alcool et acide carbonique, disparaît peu à peu en vie anaérobie et laisse intacte une quantité plus ou moins grande de sucre non transformé. Si bien qu'on peut obtenir à volonté un moût plus ou moins fermenté suivant qu'on règle la quantité de levure initiale et la multiplication de celle-ci par l'accès plus ou moins ménagé de l'air.

Partant de ces données, j'ai pensé que le meilleur moyen d'obtenir un cidre doux était de préparer un moût de pommes aussi peu riche que pos-

(1) Pasteur, *Études sur la bière*, 1876.
(2) D. Cochin, *Annales de Chimie et de Physique*, 1880.
(3) Mazé, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1904.

sible en oxygène dissous, de l'ensemencer avec une quantité limitée de levure et de le placer à l'abri de l'air pendant toute la durée de la fermentation.

Dans ces conditions, la fermentation doit s'arrêter d'elle-même, avant la disparition complète du sucre. En soutirant ensuite le cidre à l'abri de l'air, il semble donc possible, *a priori*, d'obtenir un cidre doux qui gardera indéfiniment les caractères et les qualités organoleptiques que la fermentation lui aura donnés.

I. Pour vérifier ces déductions, j'ai pris un moût de pommes stérilisé depuis un an par trois chauffes à 65° à 24 heures d'intervalle, et je l'ai réparti dans des bouteilles de 1^l environ de capacité, en opérant rapidement afin d'éviter le contact prolongé de l'air. Les bouteilles ont été remplies presque complètement et fermées chacune à l'aide d'un bouchon de caoutchouc percé de deux trous : l'un laissant passer un tube à dégagement d'acide carbonique qui plonge sous l'eau, l'autre un tube de verre permettant de faire passer à volonté un courant de CO^2 à la surface du liquide pour chasser tout l'air de la bouteille ou pour empêcher toute entrée d'eau ou d'air par le tube à dégagement.

Les bouteilles ont été ensemencées avec une levure vigoureuse de cidre, isolée au laboratoire.

Les unes ont reçu 10^{cm^3} d'un moût en pleine fermentation provenant d'un matras Pasteur et les autres $\frac{1}{200}$ de centimètre, obtenu en opérant des dilutions dans un moût stérile. Dans les premières bouteilles, la fermentation a lieu en présence de beaucoup de levure et dans les secondes avec des traces.

Le même jour on a mis à fermenter à la même température de 15° du même moût placé dans des bouteilles semblables, ensemencées de la même façon les unes avec beaucoup de levure, les autres avec des traces, mais fermées par un simple tampon de coton.

L'expérience a duré 44 jours; au bout de ce temps on a dosé le sucre restant et l'alcool.

Voici les chiffres obtenus :

	Densité.	Sucre total pour 1000 exprimé en glucose.	Alcool pour 1000 en volume.
Moût témoin ...	1048	106,1 g	0
N° 1. Fermentation à l'abri de l'air (traces de levure).	1031	61,5	2,5
N° 2. Fermentation à l'abri de l'air (beaucoup)....	1005	7,7	6,0
N° 3. Fermentation à l'air (traces de levure).....	1004	5,80	6,0
N° 4. Fermentation à l'air (beaucoup)...........	1004	6,10	6,0

Au moment où l'on a mis fin à l'expérience, le n° 1 était tout à fait limpide et la fermentation y était arrêtée depuis 8 jours; à la dégustation, le cidre était bon mais trop sucré. Les n° 2, 3, 4 étaient fermentés à fond.

troubles, et bien inférieurs comme qualité au précédent. Le cidre n° 1, soutiré à l'abri de l'air en présence de CO^2, s'est conservé sans entrer de nouveau en fermentation.

II. Dans d'autres essais, en opérant dans des conditions identiques, nous sommes parvenus à obtenir un cidre doux en partant d'un moût ensemencé avec des traces de levure, en faisant fermenter à l'abri de l'air à 35°. A cette température au bout de 8 jours seulement, la zymase est détruite et la fermentation s'arrête complètement. Les cidres obtenus sont bons, mais dépourvus de CO^2 qu'il est facile de leur rendre en les saturant de ce gaz sous pression après les avoir soutirés.

III. En partant de moûts non stériles, bien déféqués, obtenus par les procédés habituels de fabrication, nous avons réussi à obtenir des cidres se conservant doux en faisant des soutirages successifs à l'abri de l'air, de façon à opérer la fermentation avec des traces de levure et en vie anaérobie.

Les mêmes moûts fermentés par les procédés ordinaires de la pratique courante ont donné des cidres qui sont devenus secs au bout de trois mois.

IV. En opérant la mise en bouteilles à l'abri de l'air d'un cidre de densité 1025 et très limpide, c'est-à-dire ne renfermant que des traces de levure, et en emplissant complètement les bouteilles, sans laisser de chambre à air, nous sommes parvenus à obtenir un cidre parfait, très mousseux.

Toutes les bouteilles, couchées dès leur remplissage, ont sensiblement la même pression de CO^2, peuvent être ouvertes sans danger de projection de liquide et ne présentent entre elles aucune différence à la dégustation, ce qui n'arrive pas quand la mise en bouteilles est faite d'après les procédés habituels, c'est-à-dire opérée en présence de l'air, avec beaucoup de levure, et en laissant une chambre à air entre le liquide et le bouchon.

Tous ces résultats indiquent qu'on peut obtenir des cidres doux en fûts, en bouteilles, sans craindre une multiplication ultérieure de levure et une fermentation consécutive.

Je me propose maintenant de justifier ces faits au point de vue pratique et de montrer qu'avec les connaissances que nous possédons aujourd'hui sur la physiologie de la levure, il devient possible de porter dans l'industrie du cidre des améliorations intéressantes.

ZOOLOGIE. — *Le genre* Alabes *de Cuvier*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Perrier.

Le genre *Alabes* établi par Cuvier en 1817 pour un petit Poisson apode donné comme venant des Indes et placé par lui dans le voisinage des Symbranches, après avoir été admis par van der Hœven, Swainson, en dernier lieu par C. Duméril (1856), a disparu depuis des Traités d'Ichtyo-

logie. Les types conservés au Muséum, avec d'autres exemplaires provenant de la Nouvelle-Hollande et acquis de Verreaux en 1846, ont été cependant étudiés par Kaup vers 1855, mais cet auteur, qui avait inscrit lui-même la désignation *Alabes Cuvieri* sur l'un des bocaux, s'en est tenu à cette indication manuscrite.

Ayant repris l'étude de cet animal, j'ai reconnu qu'il avait été décrit une seconde fois par Richardson sous le nom de *Cheilobranchus dorsalis* dans le voyage de *Erebus and Terror* (1844-1848).

Il n'est aucunement douteux qu'il ne s'agisse de Poissons du même genre, peut-être de même espèce, si toutefois ils doivent être considérés comme parvenus à leur forme définitive, question encore incertaine. C'est dans les mêmes parages, l'Australie, que ces animaux ont été recueillis; la description donnée par l'ichtyologiste anglais s'applique, on peut dire textuellement, aux exemplaires du Muséum; les figures confirment ce rapprochement, les moindres détails s'y retrouvent; ainsi, par exemple, les nageoires impaires sans rayons, sauf la caudale, laquelle en présente neuf, articulés, simples; la position des pores céphaliques, la petite papille anale et la disposition radialement plissée de la peau qui la précède, etc., se voient très nettement sur la plupart de nos exemplaires.

On s'explique toutefois que Richardson n'ait pas fait le rapprochement, n'ayant à sa disposition que la description, déjà ancienne, de Cuvier. Ainsi il n'y a pas en réalité de pectorales; l'auteur du *Règne animal* désigne sans aucun doute sous ce nom les lambeaux cutanés, appendus à la lèvre postérieure de l'orifice branchial, auxquels l'ichtyologiste anglais emprunte le nouveau nom générique. Quant au petit disque concave situé entre ces deux lambeaux, ce n'est pas une ventouse à beaucoup près aussi nettement constituée que celles connues chez les *Liparis*, par exemple, ou autres poissons dits *discoboles*. On distingue seulement, et non chez tous les individus, une sorte d'ovale transversal, reconnaissable, sous certaines incidences de lumière, à de petits points brillants, régulièrement espacés, qui en indiquent le contour. Il est facile de comprendre que cette disposition ait pu échapper à Richardson et aux ichtyologistes tels que MM. Günther, Macleay, qui ont depuis observé ces Poissons.

D'ailleurs cet être, dont l'aspect général rappelle celui de l'Anguille à l'état de Civelle ou même de Leptocéphale, est-il arrivé à son entier développement? ne représente-t-il pas plutôt un état larvaire, auquel cas le disque cotyloïde pourrait bien n'être qu'un organe transitoire? La question peut être posée.

L'*Alabes*, tel qu'il nous est connu, doit être regardé cependant comme

sorti de la période embryonnaire proprement dite. Son squelette, sclérodentineux, présente un état de développement assez avancé pour qu'on puisse juger qu'il est arrêté dans ses caractères principaux. Ainsi, pour ne citer que les faits les plus frappants, la mâchoire supérieure est uniquement constituée par l'intermaxillaire, derrière lequel se trouve un maxillaire indépendant; la colonne vertébrale se termine par un appareil hypural typique présentant, sous la vertèbre terminale relevée, une plaque calcifiée triangulaire, qui supporte les rayons de la caudale.

Ce Poisson chorignathe horistorachidien ne peut être maintenu dans la sous-classe des *Apoda*, ni même rapproché des *Symbranchidæ*, qui se rangent parmi les *Abdominales Merognathi*. Ses affinités sont plutôt avec la famille des *Blenniidæ* de la sous-classe des *Acanthopterygii*.

PHYSIOLOGIE. — *Signification physiologique des cellules à urates chez les Mellifères solitaires.* Note de M. L. **Semichon**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les cellules à urates, signalées par Fabre en 1856, ont été retrouvées chez tous les Hyménoptères.

Plusieurs interprétations ont été proposées au sujet de leur rôle, bien qu'on s'accorde à reconnaître qu'elles sont excrétrices.

Fabre, en 1863, montre que chez beaucoup d'Hyménoptères, carnassiers à l'état larvaire, les cellules à urates apparaissent peu après la sortie de l'œuf. Mais il ne les rencontre pas dans les larves végétariennes des Mellifériens, des Cimbex et des Tenthrèdes, pendant la période active, tandis qu'il en trouve pendant l'abstinence et la vie ralentie; or, à ce moment l'animal, vivant sur lui-même, est carnivore.

Cette remarque conduit Fabre à admettre que les urates sont la conséquence du régime carnivore ou de la vie ralentie.

Berlese (1901) considère les urates comme dus au dédoublement intracellulaire de produits albuminoïdes.

Karawaiew (Fourmis) et Anglas (Guêpes, Abeilles) ont admis que les cellules à urates avaient une action digestive sur les cellules adipeuses. Cette opinion est formellement contredite par Terre, Mesnil et Pérez. Pour ces auteurs elles n'exercent ni phagocytose, ni lyocytose (terme adopté par Anglas pour désigner la phagocytose sans englobement).

Mes recherches ont porté sur des larves appartenant, les unes, à des familles distinctes, les autres, à une même famille, mais différentes par la durée de leurs stades. Ces conditions me semblaient favorables à la mise

en évidence de variations; néanmoins un certain nombre de faits sont communs à l'ensemble des Mellifères examinés.

L'apparition des cellules à urates est précoce. Les produits d'excrétion s'y déposent à l'état solide peu après la sortie de l'œuf et augmentent de volume à mesure que la larve grandit; pendant ce temps la nourriture est végétale (pâtée de miel et de pollen). A partir du moment où la larve devient inactive et immobile, les cellules à urates et leur contenu ne subissent plus d'augmentation apparente, même chez les larves (*Megachile argentata* F., *Dasypoda plumipes* Pz.) qui hivernent pendant plusieurs mois. Il n'y a pas, non plus, augmentation apparente chez les Nymphes, ni chez les adultes immatures, c'est-à-dire pendant la période où l'animal ne prend aucune nourriture. Chez l'adulte immature, les cellules à urates décroissent en volume et probablement en nombre; elles disparaissent, même plusieurs mois avant la vie libre, chez l'*Anthophora personata* Illig. et l'*Osmia cornuta* Latr. Elles existent encore souvent, au début de la vie libre, chez les *Halictus quadricinctus* F., *Megachile argentata* F., *Andrena nigroœenea* (Kby) Illig.

Mes observations ne concordent donc pas avec celles de Fabre. Mais il est à remarquer que, cet auteur n'ayant pas donné les noms des Mellifères qu'il avait examinés, je n'ai pu contrôler directement ses assertions sur les mêmes espèces. Quoi qu'il en soit, son interprétation physiologique est inapplicable à celles que j'ai étudiées : il semblerait plutôt que l'abondance des urates résulte de la vie active et d'une nourriture abondante (ce qui concorderait avec l'opinion de Berlese sur la digestion des albuminoïdes).

J'ai soumis au jeûne, avant leur période de repos, des larves d'âges différents (*Megachile argentata, Osmia cornuta*) et j'ai constamment observé chez elles une accélération du dépôt des urates. Dans ce cas il y a, sans doute, autophagie mais concurremment vie active, car la larve fait, pour atteindre sa nourriture absente, des efforts considérables, qui durent pendant plusieurs jours; il n'est pas possible de la faire tenir tranquille sans lui donner à manger, et, par conséquent, de distinguer si l'abondance des urates est due à un surcroît de travail musculaire, plutôt qu'à un état maladif produit par cette perturbation du régime. En tout cas, ce n'est pas ici la surabondance de nourriture d'une larve peu active, qui favorise la localisation des urates.

Mes préparations ne m'ont pas montré de faits qui militent en faveur de l'opinion de Karawaiew ou d'Anglas.

En résumé, chez les Mellifères solitaires que j'ai étudiés (*Anthophora*

personata Illig., *Osmia cornuta* Latr., *Megachile argentata* F., *Dasypoda plumipes* Pz., *Halictus quadricinctus* F.), les *cellules à urates apparaissent de bonne heure,* comme chez les Hyménoptères carnassiers. Elles *semblent inactives pendant toute la période de vie ralentie.* Elles sont en décroissance chez les adultes immatures et peuvent exister au début de la vie libre. Au cours du nourrissement de la larve, elles augmentent rapidement lorsque l'animal est privé d'aliments; il est vrai qu'alors il fait preuve d'une activité musculaire insolite. *La formation et l'accroissement des dépôts d'urates ont lieu surtout durant la vie active larvaire,* et sans qu'il y ait ingestion de matières animales [1].

PHYSIOLOGIE. — *Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte.* Note de MM. L. CAMUS et E. GLEY, présentée par M. Bouchard.

Nous avons montré, il y a quelques années [2], que le sérum d'Anguille possède une action hématolytique extrêmement énergique; chez quelques espèces animales cependant, les hématies résistent fortement à cette action; telles sont, en particulier, les hématies du Hérisson [3]; nous avons étudié, dans les publications citées ci-dessous, les conditions de cette immunité naturelle.

Il était intéressant de rechercher si d'autres animaux hibernants présenteraient la même immunité. C'est ce que nous avons vu sur la Marmotte (*Arctomys Marmota*).

Il faut des dilutions de sérum d'Anguille comprises entre $\frac{1}{50}$ et $\frac{1}{20}$ pour que, dans des solutions de chlorure de sodium isotoniques, l'hémoglobine des globules de Marmotte diffuse légèrement au bout de 15 à 20 heures. La résistance de ces globules est donc très grande, puisque d'autres Rongeurs,

(1) J.-H. FABRE, *Annales des Sciences naturelles,* 1856 et 1863. — KARAWAIEW, *Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie,* 1898. — ANGLAS, *Notes préliminaires* et *Thèse,* Paris, 1900. — MESNIL, *Comptes rendus Société de Biologie,* 1900. — TERRE, *Comptes rendus Société de Biologie,* 1900. — BERLESE, *Rivista di Patologia vegetale,* t. IX, 1901. — PEREZ, *Notes préliminaires* et *Thèse,* Paris, 1902.

(2) L. CAMUS et E. GLEY, *Comptes rendus,* 31 janvier 1898, p. 428, et *Arch. intern. de Pharmacodynamie,* t. V, 1898, p. 247-305.

(3) L. CAMUS et E. GLEY, *Comptes rendus,* 24 juillet 1899, p. 231, et *Ann. de l'Institut Pasteur,* t. XIII, 1899, p. 779-787.

le Lapin et le Cobaye par exemple, laissent encore diffuser leur hémoglobine, comme nous l'avons montré (*loc. cit.*), dans des solutions contenant $\frac{1}{15000}$ de sérum d'Anguille.

Les hématies de la Marmotte ne sont pas plus résistantes au sérum de Chien qui, cependant, sur les animaux usuels de laboratoire, est beaucoup moins globulicide que le sérum d'Anguille; elles laissent, en effet, diffuser leur hémoglobine dans des dilutions du sérum de Chien à $\frac{1}{20}$-$\frac{1}{10}$, c'est-à-dire presque aux mêmes doses que le sérum d'Anguille.

Ces faits nous ont conduits à étudier comparativement l'action toxique générale de ces deux sérums sur la Marmotte. Nous avions vu dans nos recherches antérieures que le Hérisson, dont les hématies sont si résistantes, est notablement moins sensible à l'action toxique du sérum d'Anguille que le Lapin. Ainsi apparaissait, chez cet animal, une relation entre la résistance spéciale des hématies et la résistance générale de l'organisme. En était-il de même chez la Marmotte? Or, en injection intra-veineuse [1], le sérum d'Anguille s'est montré plus toxique pour cet animal que pour tous ceux sur lesquels on en a jusqu'à présent étudié l'action. Des doses de $0^{cm^3},2$ à $0^{cm^3},1$ par kilogramme amènent en effet la mort en 5 à 6 minutes; il en est de même avec les doses de $0^{cm^3},05$ et $0^{cm^3},03$ par kilogramme; un animal encore est mort avec une dose de $0^{cm^3},02$ (dix fois moindre que celle qui tue le Lapin), mais cette fois en quelques heures; un autre a résisté, sans avoir présenté de troubles, à une dose de $0^{cm^3},01$.

Au contraire, la Marmotte résiste parfaitement à l'injection intra-veineuse de 5^{cm^3} et même de 10^{cm^3} de sérum de Chien par kilogramme. Ainsi, quoique l'action globulicide de ce sérum soit presque identique à celle du sérum d'Anguille, il n'en existe pas moins entre ces deux liquides des différences profondes qui se manifestent par une différence considérable dans la toxicité générale, puisque nous avons observé des Marmottes qui ont résisté à des doses de sérum de Chien trois cents fois supérieures à la dose mortelle de sérum d'Anguille.

Ces expériences nous ont donc permis de dissocier les propriétés toxiques du sérum d'Anguille, mieux que nous n'avions pu le faire antérieurement (*loc. cit.*) au moyen du chauffage à 56° qui abolit l'action globulicide, mais qui diminue aussi, et dans une très forte mesure, l'action toxique générale. Celle-ci peut être séparée de la propriété hématolytique et, *vice versa*, comme nos expériences le prouvent, la résistance des hématies à ce poison n'implique nullement la résistance de l'organisme en général.

---

[1] Dans des expériences intéressantes, R. Blanchard (*Soc. de Biol.*, 13 juin 1903, p. 736) a déterminé la toxicité du sérum d'Anguille pour la Marmotte, mais par injection sous-cutanée; dans cette condition, ce liquide est trois à quatre fois moins toxique qu'en injection intra-veineuse chez le Lapin.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence du venin dans les œufs de Vipère.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré que les œufs de Crapaud contiennent une certaine quantité des principes actifs du venin, et j'ai admis que ces poisons spécifiques jouent un rôle important dans le développement de l'œuf et les phénomènes de l'hérédité. Pour donner plus de valeur à cette hypothèse, il était nécessaire de la corroborer par de nouveaux faits et de rechercher si, chez d'autres animaux venimeux, les principes caractéristiques du venin se fixaient aussi sur les œufs. Les expériences que j'ai faites à ce point de vue sur différentes espèces montrent qu'il en est réellement ainsi. La présente Note sera consacrée aux résultats obtenus avec les œufs de *Vipera aspis*. Chez ce reptile, l'ovaire commence à fonctionner à la fin de mars et, si l'on sacrifie des femelles vers la fin d'avril, on trouve, dans chaque ovaire, un chapelet formé de 5 à 10 ovules de grosseurs différentes et dont le grand axe varie de 2^{mm} à 15^{mm}. Après avoir sectionné l'enveloppe de l'ovule à l'une de ses extrémités, il suffit de presser légèrement à la surface pour en faire sortir le contenu; on obtient ainsi une purée épaisse légèrement jaune, à réaction faiblement acide, constituée en grande partie par le vitellus. Diluée dans l'eau et inoculée au cobaye, cette purée ovulaire détermine des accidents qui ont tous les caractères de ceux de l'intoxication par le venin lui-même.

C'est d'abord une action locale qui se manifeste par un gonflement accentué résultant d'un œdème hémorragique, puis les phénomènes généraux se succèdent comme dans l'envenimation vipérique, abaissement progressif de la température, suivi de troubles moteurs et respiratoires qui aboutissent à la mort.

La substance qui produit ces symptômes d'envenimation a des propriétés physiques identiques à celles du venin. Elle ne passe pas à la dialyse et s'atténue par l'action de la chaleur. C'est ce qui résulte des expériences suivantes :

Expérience. — Des ovules de vipère entourés de leur membrane d'enveloppe sont mis en macération pendant plusieurs jours dans de l'eau chloroformée; on les retire, on en extrait le contenu et on l'inocule au cobaye. Dans ces conditions, la purée vitel-

(¹) *Comptes rendus*, 14 décembre 1903.

line est aussi toxique que si elle avait été fraîchement préparée, tandis que, au contraire, l'eau de macération est complètement inoffensive.

Les principes actifs ne dialysent donc pas à travers la membrane d'enveloppe de l'ovule. Aussi ne diffusent-ils que très lentement dans les tissus et, quand la dose est suffisante pour amener une mort rapide, on en retrouve la plus grande partie intacte au point d'inoculation.

Expérience. — On inocule, dans le péritoine d'un cobaye de 290^g, $4^{cm^3},5$ d'une émulsion contenant $2^{cm^3},5$ de vitellus de vipère. Après la mort, qui arrive en 1 heure 30 minutes, on extrait 4^{cm^3} d'épanchement que l'on injecte dans l'abdomen d'un cobaye de 420^g. La température s'abaisse progressivement de 39,6 à 33,2 et l'animal succombe en 6 heures avec tous les symptômes de l'envenimation.

Sous l'influence du chauffage, l'émulsion vitelline s'atténue d'autant plus que la température s'élève davantage. Sa virulence n'est pas modifiée à 58°-60°. Ce n'est qu'à partir de 70° que l'action de la chaleur devient manifeste; à 80°, les principes toxiques sont rapidement détruits.

Expérience. — 4^{cm^3} d'émulsion contenant 2^{cm^3} de vitellus ont été maintenus dans un bain à 80° pendant 20 minutes, puis inoculés dans la cavité péritonéale d'un cobaye de 190^g. Or l'animal, qui aurait succombé très rapidement si l'émulsion n'avait pas été chauffée, n'a éprouvé aucun symptôme d'envenimation.

La quantité de vitellus nécessaire pour déterminer la mort par injection sous-cutanée est de 2^{cm^3} et les ovules contenus dans l'ovaire d'une vipère de taille moyenne fournissent à peu près cette quantité vers la fin du mois d'avril. La quantité de sang nécessaire pour produire les mêmes effets dans les mêmes conditions est à peu près le double. Les ovules fixent donc les principes actifs du venin qui circule dans le sang, et la quantité de venin qu'ils accumulent dans leur protoplasma s'accroît à mesure qu'ils augmentent de volume. Les petits ovules longs de 2^{mm} à 4^{mm} n'en contiennent encore qu'une très faible quantité. Aucun autre organe ne fixe ainsi le venin; le foie, le pancréas, les glandes thyroïdes, le thymus, inoculés en quantité équivalente à celle des ovules, n'ont déterminé aucun symptôme d'envenimation.

En résumé, au moment de l'ovogenèse chez la vipère, les principes actifs du venin s'accumulent dans les ovules. Il est probable que d'autres substances spécifiques passent aussi du sang dans l'ovule et que ces substances, de même que le venin, interviennent dans le développement de l'œuf. S'il en est ainsi, les phénomènes mécaniques de l'ontogenèse seraient accom-

pagnés de phénomènes chimiques qui joueraient un rôle essentiel dans la formation des organes et dans le mécanisme de l'hérédité.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le problème dit du* travail statique : *démarrage; considérations générales*. Note de M. **Ernest Solvay**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note précédente ([1]) j'ai montré l'avantage qu'il y a à substituer à la notion de travail statique la notion d'énergie de sustentation, énergie dépensée sans effet utile pour l'élévation, lorsqu'un moteur cinétique à action continue et d'une puissance disponible constante $\dot{W}$ élève lentement une charge de poids $p = mg$, c'est-à-dire avec une vitesse v_e, plus petite que la vitesse normale v_n, qui correspond à l'utilisation intégrale de la puissance du moteur; cette dernière vitesse peut s'exprimer par la formule $v_n = \frac{W}{p} = \frac{v_0}{2} \times \frac{P}{p}$, en désignant par P le poids de ce que j'ai appelé le *jet représentatif du moteur,* et par v_0 la vitesse qui, après le temps t de chute, correspond à la hauteur h du jet moteur.

Je voudrais aujourd'hui dissocier les deux termes de la dépense énergétique : énergie de sustentation et travail d'élévation durant la phase initiale du mouvement ascensionnel de la charge, phase de démarrage, pendant laquelle la masse est progressivement amenée par l'action du moteur à passer du repos à la vitesse ascensionnelle de régime.

Considérons d'abord le cas où cette vitesse de régime est la vitesse normale définie ci-dessus. Cette vitesse, quelle que soit d'ailleurs sa direction, pourrait être acquise naturellement par une chute libre de la masse m. La hauteur de cette chute serait

$$h_n = \frac{v_n^2}{2g} = \frac{1}{2g}\frac{W^2}{p^2} = \frac{1}{2g}\frac{v_0^2}{4}\frac{P^2}{p^2} = \frac{1}{4}h\frac{P}{p},$$

et la vitesse v_n serait acquise après une durée égale à

$$t_n = \sqrt{\frac{2h_n}{g}} = \frac{1}{g}\frac{W}{p} = \frac{1}{g}\frac{v_0}{2}\frac{P}{p} = \frac{1}{2}t\frac{P}{p}.$$

En vertu du principe d'assimilation aux jets fluides que j'ai exposé précédemment, ces éléments serviront à définir le jet représentatif du démarrage et il va de soi que cette durée et cette hauteur seront celles qui devront être attribuées à l'acte du démar-

([1]) *Comptes rendus*, 15 mai 1905.

rage, si celui-ci est effectué, soit par un moteur fonctionnant dans les conditions théoriques normales ci-dessus définies, soit par un *ressort normal* construit de manière à emmagasiner graduellement l'énergie de la masse en voie de chute pour la restituer graduellement en sens inverse à la détente. Les éléments temps et hauteur du démarrage normal sont ainsi définis. Quant à la dépense d'énergie, puisque c'est par l'action du moteur de puissance W que le démarrage s'effectue, elle est égale à

$$E = W \times t_n = \frac{1}{g}\,\frac{W^2}{p} = mv_n^2 = \frac{1}{2}Ph.$$

Si l'on remarque que cette énergie s'emploie simultanément à communiquer à la charge la vitesse v_n et à élever cette charge à la hauteur h_n, l'on constate que pendant la période du démarrage normal la moitié de l'énergie totale mv_n^2 mise en jeu par le moteur se potentialise, en produisant un *travail* ph_n d'élévation, tandis que l'autre moitié s'emmagasine à l'état cinétique sur la charge, lui communiquant la force vive $\frac{1}{2}mv_n^2$, qu'elle conservera intégralement pendant toute la période de régime. Cette force vive pourra être restituée en travail au moment où cessera l'action du moteur, la vitesse v_n permettant à la charge de s'élever à la hauteur h_n et de potentialiser ainsi l'énergie résiduelle. Le démarrage normal, comme l'élévation normale en régime, ne comporte donc définitivement aucune énergie de sustentation. Le rendement est en réalité égal à l'unité.

Ce n'est pas ce qui arrive dans le cas de l'élévation lente par le moteur considéré, quand le démarrage a pour effet de produire une vitesse de régime $v_e < v_n$. La hauteur de démarrage est, comme précédemment, la hauteur de chute h_e correspondant à cette vitesse; mais le temps du démarrage t_d, effectué dans ces conditions avec une moindre puissance effective $W' = pv_e$, est $t_d = t'_n \times \frac{W}{W'} = \frac{1}{g}\,\frac{W}{p} = t_n$. L'énergie totale dépensée est donc la même que dans le cas du démarrage normal, mais elle comprend, outre le travail d'élévation effectué ph_e et la force vive $\frac{1}{2}mv_e^2$ communiquée à la charge, une énergie de déviation E_s donnée par la relation

$$mv_n^2 = ph_e + \frac{1}{2}mv_e^2 + E_s,$$

d'où

$$E_s = m(v_n^2 - v_e^2).$$

Il en résulte pour le rendement la valeur $\frac{v_e^2}{v_n^2}$, expression dont le sens est conforme aux données courantes de l'observation, aussi bien mécanique que physiologique : les démarrages les plus rapides étant notoirement les plus économiques.

Pour résumer notre point de vue d'ensemble, si l'on considère non plus l'énergie, mais une unité que nous appellerons *cinétie* et qui représente une quantité de mouvement multipliée par un temps de chute θ, on a les identités suivantes, dont nous dissocions les termes en leurs éléments différents suivant la position du point :

$$(A)\, mv_0\theta = m\theta v_0 = m\theta g\theta = \begin{cases} (B_1)\, Mg\theta = Mv_0 = (B_2)\, Mv_u\theta. \\ (C)\, Mg\theta = P\theta. \end{cases}$$

Les cinéties (A) de jets fluides, les cinéties (B_1) et (B_2) de masses solides $M = m\theta$, les cinéties potentielles (C) de masses solides sont transformables les unes dans les autres. Si (A) est continu, (B_2) et (C) seront également continus. On peut obtenir (C) directement avec (A) déviant à angle droit au-dessous de M; indirectement (B_1) et (C) avec (A) par l'intermédiaire d'un moteur cinétique à action continue, ainsi que nous l'avons montré ci-dessus pour (B_1).

Les formules de la présente Note et des précédentes ainsi que les points de vue dont elles découlent, points de vue qui devront être développés ultérieurement, nous paraissent apporter à la question controversée du travail statique une base théorique dont il sera possible notamment de rapprocher les données empiriques de l'énergétique musculaire.

MÉDECINE. — *Traitement du cancer cutané par le radium.* Note de MM. **Jules Rehns** et **Paul Salmon**, présentée par M. E. Roux.

Il est démontré que, avec le radium comme avec les rayons Röntgen, on provoque la résorption de cancers superficiels. Mais actuellement, l'emploi du radium semblait réservé aux tumeurs peu volumineuses, et en particulier aux épithéliomes bénins [1], l'épithéliome perlé par exemple. On peut, en réalité, s'adresser à des cancers véritables mesurant par exemple 4^{cm} de diamètre.

Chez un malade porteur d'un épithéliome de la lèvre inférieure, épithéliome de 2^{cm} de diamètre, le néoplasme s'est résorbé après huit séances d'application de notre boîte de bromure de radium. Finalement, le résultat thérapeutique et esthétique paraît remarquable; une cicatrice à peine apparente marque sa trace sur la lèvre non déformée.

Après ce succès, nous avons abordé le traitement d'une tumeur plus volumineuse. Il s'agissait d'un cancer de l'aile du nez chez une femme âgée, cancer du diamètre de $3^{cm},5$. C'était un épithéliome épais, bourgeonnant, dont la nature cancéreuse épithéliomateuse se prouvait et par l'adénopathie sous-maxillaire, et par l'examen histologique pratiqué sur un fragment enlevé par biopsie. La malade, ajoutons-le, avait refusé toute intervention chirurgicale.

La disparition de la tumeur a nécessité environ 76 jours de traitement, soit 14 séances d'application de radium. Finalement, la cicatrice apparaît souple, légèrement pigmentée, l'aile du nez a repris un aspect normal.

---

[1] Jules Rehns et Paul Salmon, *Action du radium sur les épithéliomes bénins* (*Soc. de Biologie,* 1904).

A propos de ces deux cas, nous désirons faire un certain nombre de remarques.

Tout d'abord, la période de traitement, 2 à 3 mois, laisserait le cancer libre de s'accroître, de se généraliser; cette objection est faite par les chirurgiens, partisans de l'intervention hâtive, rapide. Dans les deux cas observés par nous, la tumeur a régressé lentement, et localement le résultat a été parfait. Cependant, nos deux malades, avant le début du traitement, étaient porteurs de ganglions lymphatiques cancéreux. Et chez la malade au cancer de l'aile du nez, un petit nodule sous-cutané s'est formé, au cours du traitement, au voisinage du ganglion sous-maxillaire envahi.

De plus, les séances nécessitaient une mise en place de la boîte au radium pendant un temps qui variait de 15 minutes à 1 heure. Le radium appliqué pendant un laps de temps aussi considérable n'a produit ni douleur, ni gangrène des tissus, ni radiodermite prolongée au voisinage, ni aucun autre signe d'inflammation. Or, sur la peau saine, cette même quantité de radium produisait, après 3 minutes d'application, une rougeur marquée.

On doit se demander si l'on aurait pu abréger la durée du traitement, soit en prolongeant le temps d'application de la substance radioactive, soit en multipliant le nombre des séances, soit en employant une dose de bromure de radium d'un poids plus élevé, d'une activité plus grande. Si nous avions eu une plus grande quantité de sel de radium à notre disposition, le malade aurait-il guéri plus vite? Ou, en d'autres termes, la guérison peut-elle s'accélérer en raison directe de la puissance du produit radioactif? Ceci n'est nullement évident. Il est possible que l'on puisse gagner quelques jours, mais il faut remarquer que la tumeur cancéreuse ne disparaît pas brusquement, rapidement. Elle semble se résorber, se replier sur elle-même. Après deux semaines, pendant lesquelles le néoplasme reste stationnaire, après une période pendant laquelle les effets radioactifs paraissent s'accumuler, la tumeur diminue de volume. Cette diminution une fois commencée marche assez vite; c'est ainsi qu'une tumeur de $3^{cm},5$ de diamètre, après 14 jours, mesurait $2^{cm},4$, et 7 jours après, 2^{cm}.

Les avantages du traitement des néoplasmes cutanés par le radium et les rayons Röntgen par rapport à la méthode chirurgicale sont comparables. Il en est ainsi, par exemple, pour la cicatrice obtenue, restaurant à peu près la forme antérieure de la région. La douleur, l'infection locale, les hémorragies, sont bientôt supprimées.

Comparée aux appareils fournisseurs de rayons Röntgen, la boîte de

radium constitue un appareil plus aisément maniable et d'une activité constante. L'emploi du radium est à la portée de tout médecin, qui n'a pas à se préoccuper comme avec les rayons X de la nature et de l'intensité du courant électrique, de l'état hygrométrique de l'atmosphère, etc. Nous avons pu confier la boîte de radium au malade qui, devant une glace, surveillait l'application de l'appareil. Nous nous sommes bornés à mesurer le temps de pose; nous fixions en outre soigneusement les points d'application de la boîte de radium.

A la campagne, dans les petites villes, où l'on ne peut aisément se servir des appareils à rayons Röntgen, à la campagne, où les médecins hésitent à recourir à l'intervention sanglante, où les cancroïdes et cancers cutanés ne sont pas rares, il serait avantageux que l'on puisse prêter aux praticiens (puisque substance presque inusable) une dose active de cette substance précieuse. Devant la facilité d'emploi du radium, et étant donnée la sensibilité des épithéliomes cutanés aux applications locales de substance radioactive, on ne peut que regretter que le radium, à cause de son prix élevé, ne puisse actuellement rentrer dans la pratique médicale courante.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène à Tétouan* (*Maroc*). Note de MM. **Louis Gentil** et **A. Boistel**, présentée par M. A. de Lapparent.

Un seul gisement néogène a été signalé, jusqu'ici, sur les côtes du Rif, au Maroc; il a été découvert par M. Oskar Lenz aux abords de la ville de Tétouan [1]. L'illustre explorateur en a fait une description et donné une liste d'une trentaine de Mollusques dressée par l'éminent paléontologiste Th. Fuchs, d'après les matériaux recueillis. Ce dernier rapproche cette faune de celle de Lapugy (Hongrie méridionale) et la place au niveau miocène du deuxième étage méditerranéen.

Lors d'un récent voyage au Maroc, l'un de nous (Louis Gentil) a eu l'occasion d'explorer les environs de Tétouan en compagnie de M. Gaston Buchet, chargé de mission par le Ministère de l'Instruction publique; il a recueilli, dans le gisement même fouillé par M. Oskar Lenz, les éléments d'une importante faune.

(1) *Beiträge zur Kenntniss der Tertiärbildungen in Nord und Westafrika* (*Verh. d. k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien*). 1883, p. 225-229.

Nous nous proposons, par la présente Note, d'indiquer sommairement les caractères de cette faune et les conclusions que nous suggère son examen, qui sont en parfaite harmonie avec l'observation stratigraphique de ce remarquable horizon fossilifère.

Au voisinage immédiat de la ville de Tétouan, dans la vallée de l'oued Bou Sfiha, se montrent, appuyées sur le massif primaire et jurassique du Djebel Dorsa, la succession des assises suivantes, en allant de bas en haut :

1° Banc de poudingue à galets de roches primaires et jurassiques (2^m à 3^m);

2° Argiles bleues, un peu sableuses, avec intercalation de lits de sables (20^m à 30^m);

3° Grès calcarifères jaunes ou brunâtres souvent friables (20^m à 30^m).

Les poudingues renferment quelques fossiles; seule une Huître épaisse, du type *Ostrea Velaini* Mun. Chalm., s'y montre assez bien conservée.

Les argiles bleues renferment des grains de quartz et de très petites lamelles de mica, qui leur donnent parfois une consistance sableuse; elles se délitent superficiellement en prenant une teinte ocracée. Les restes de Mollusques, déjà abondants dans les argiles assez pures pour être exploitées comme terre à poteries, pullulent à certains niveaux sableux, au point de former de véritables faluns.

La faune de Tétouan, essentiellement marine, est très riche; le nombre des espèces actuellement reconnues atteint le chiffre considérable de 200. Ce sont, en majorité, des Lamellibranches et des Gastropodes auxquels se joignent des dents de Squales, des Crustacés, des Polypiers, des Bryozoaires, des Foraminifères.

Nous pouvons citer parmi les espèces les plus importantes :

Arca diluvii Lk., *A. lactea* L., *A. pectinata* Broc., *Pecten benedictus* L., *P. complanatus* Sow., *P. bollenensis* Font., *P. scabrellus* Lk., *P. opercularis* L., *P. varius* L., *P. pusio* L., *P. cristatus* Bronn, *Radula inflata* Chemn., *Cardita rufescens* Lk., *Lucina spinifera* Mont., *L. borealis* L., *Jagonia reticulata* Poli, *Cardium multicostatum* Broc., *C. papillosum* Poli, *C. cyprium* Broc., *Venus verrucosa* L., *V. multilamella* Lk., *V. ovata* Pennt., *Circe minima* Mont., *Venerupis irus* L., *Psammobia fœroensis* Chemn., *Ps. uniradiata* Broc., *Corbula gibba* Oliv., *C. revoluta* Broc., *Chenopus Uttingerianus* Risso, *Ch. pes pelicani* L., *Turritella vermicularis* Br. varr., *Natica helicina* Broc., *N. Josephinia* Risso, *Vermetus intortus* Lk., *Erato lævis* Don., *Morio echinophora* L., *Triton affine* Desh., *Ranella marginata* Martin. (forme dépourvue d'ornements), *Fasciolaria acanthiophora* Font., *Nassa clathrata* Bonn., *Columbella semicaudata* Bon., *C. tetragonostoma* Font., *Murex spinicosta* Bronn, *Mitra scrobiculata* Broc., var. *Massoti* Font., *M. striatula* Broc., *Ancilla obsoleta* Broc., *Surcula dimidiata* Broc., *Pleurotoma turricula* Broc., *Drillia Allionii* Bell., *Bathytoma cataphracta* Broc., *Pseudotoma intorta* Broc., *Terebra fuscata* Broc., *Conus Brocchii* Bronn, *Ringicula Grateloupi* Mich., *R. Gaudryi* Morlet, *Dentalium sexangulum* Schröt., etc. etc.

Cette faune ne peut, comme l'a pensé M. Fuchs, être classée dans le deuxième étage méditerranéen; elle appartient incontestablement au Plaisancien.

L'association de *Turbo tuberculatus, Ranella marginata, Turritella vermicularis, Chenopus Uttingerianus* et *Pecten bollenensis* suffit à caractériser les couches les plus inférieures du Pliocène.

La faune des argiles bleues de Tétouan offre des analogies frappantes avec celles de Millas et du Boulou, dans le Roussillon; de Los Tejares, aux environs de Malaga, en Espagne; du Sahel d'Oran, des Trois Palmiers et de Douéra, en Algérie.

L'assise gréseuse qui surmonte les argiles renferme beaucoup moins de fossiles, parmi lesquels *Pectunculus bimaculatus* Poli, et des Huîtres; M. Fuchs y a signalé des *Pecten, Turritella vermicularis* et *Ranella marginata*.

Le Pliocène de Tétouan s'appuie sur le flanc oriental de la chaîne primaire et jurassique qui s'étend au nord de la ville en prolongeant la chaîne du Rif. Il forme une bande littorale laissant surtout affleurer les grès supérieurs dans le Haouz jusqu'au voisinage du Ras Tarf. Les argiles fossilifères apparaissent principalement à proximité de la chaîne précédente par suite du relèvement des couches au bord du bassin. Enfin le Pliocène pénètre assez profondément vers l'ouest, à plus de 15^{km} des côtes, dans la coupure de la chaîne par la vallée de l'oued Bou Sfiha.

Un coup d'œil jeté sur le Maroc septentrional, figuré sur la *Carte géologique internationale d'Europe,* semblerait indiquer qu'il y avait, de ce côté, à l'époque miocène, une communication avec l'Océan. Une telle communication existait, on le sait, par le détroit Nord-Bétique, comme il y avait, vraisemblablement aussi, un détroit Sud-Rifain, mais rien d'analogue ne pouvait exister à la latitude de Tétouan. D'ailleurs la *Carte géologique internationale d'Europe* est à modifier profondément de ces côtés, comme pour beaucoup d'autres régions marocaines : l'un de nous le montrera assez prochainement.

Quoi qu'il en soit, les couches pliocènes de Tétouan méritent une étude attentive qui ajoutera une page intéressante à l'Histoire de la Méditerranée occidentale.

Nous croyons pouvoir, dès maintenant, admettre que la mer Plaisancienne pénétrait, comme à Malaga et à Millas, dans un golfe assez étroit au bord de l'emplacement duquel s'élèvent, aujourd'hui, les minarets pittoresques de la ville sainte du Rif.

PALÉONTOLOGIE. — *Existence d'une faune saumâtre dans les sables de l'argile plastique d'Issy (Seine).* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. Marcel Bertrand.

On sait que le niveau de sable qui divise l'argile plastique des environs de Paris en glaises et fausses glaises renferme de la pyrite et du fer carbonaté. Mon attention a été appelée l'année dernière, dans la grande carrière d'Issy, sur des rognons pyriteux paraissant contenir des débris de test de Mollusques. Les recherches dont cette observation a été le point de départ ont abouti à la découverte d'échantillons riches en débris de coquilles et passant même à de vraies lumachelles.

Le sulfure de fer est disséminé dans le sable sous forme de rognons, le plus souvent de plaques irrégulières, mesurant jusqu'à $0^{m},30$ de longueur.

Au moment de leur extraction, les nodules sont incrustés de sable, et ne montrent aucun vestige de fossiles; une longue exposition à la pluie fait apparaître de nombreux débris de Mollusques.

La plupart des rognons sont fossilifères. Les formes dominantes sont des Lamellibranches. Les Cyrènes abondent et appartiennent certainement à plusieurs espèces; les seuls individus déterminables se rapportent à *Cyrena cuneiformis*.

Les exemplaires de Gastéropodes sont beaucoup moins fréquents; ce sont des *Potamides* et des *Mesalia* dont l'état de conservation ne permet pas de fixer les espèces.

Il résulte de ces données que les sables en question (sables d'Auteuil) correspondent à un épisode nettement saumâtre, et qu'une lagune saumâtre s'est étendue jusqu'au sud de Paris vers la fin du Sparnacien.

Beaucoup de plaques et de rognons de pyrite sont traversés par des filets charbonneux parfois très abondants. La présence de débris végétaux se traduit souvent à la surface des échantillons par des proéminences en forme de bâtonnets pyriteux, simples ou ramifiés, dont plusieurs sont fistuleux. Ces bâtonnets dégagés par l'érosion pluviale atteignent au plus 2^{cm} de longueur; ils sont couchés sur les nodules ou dressés de manière à lui donner un aspect hérissé. Ils produisent par places un véritable feutrage qui constitue à lui seul la plus grande partie de la roche.

Le test des Mollusques est pyriteux. Quant aux nodules, ils sont très riches en grains de quartz anguleux; ce sont en réalité des *rognons de grès à ciment de marcassite*. Les éléments de quartz sont loin d'être juxtaposés; la distance qui les sépare aujourd'hui est telle qu'il faut admettre l'existence d'une gangue pour les maintenir en place à l'origine même du dépôt. La substitution de la pyrite au calcaire des coquilles, observée sur une grande échelle, permet de supposer que le premier ciment était partiellement calcaire. Les nombreux débris végétaux pyritisés qui font corps avec la roche, en perdant leur individualité dès qu'ils pénètrent à l'intérieur des nodules, me paraissent

signifier que des détritus végétaux s'ajoutaient au calcaire pour constituer la première gangue. Le ciment actuel résulterait ainsi d'une substitution de la marcassite à du calcaire et à des matières organiques.

Les échantillons de pyrite s'altèrent très rapidement quand ils sont débarrassés de la masse de sables qui les enveloppe. Ils s'hydratent, s'oxydent et abandonnent notamment une variété de sulfate de fer hydraté, la *mélantérite* ($FeSO^4$, $7H^2O$) sur laquelle M. Lacroix a déjà appelé l'attention. Les fossiles se recouvrent en quelques jours d'efflorescences blanches et sont rapidement détruits.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'origine des éolithes.* Note de M. **Marcellin Boule**, présentée par M. Albert Gaudry.

Depuis quelque temps la question de l'existence de l'Homme dans nos pays pendant l'ère tertiaire, basée sur des silex portant des traces d'un travail intentionnel, préoccupe vivement les préhistoriens sur de nombreux points du globe, en France, en Angleterre, en Allemagne, en Russie, en Égypte, dans l'Inde, etc.

D'après un éminent géologue belge, M. Rutot, qui s'est placé à la tête de ce nouveau mouvement, il faut ajouter à la période paléolithique et à la période néolithique, une période plus ancienne qu'on a nommée *éolithique*. Celle-ci ne comprend aucun type taillé *de forme intentionnelle,* mais seulement des formes naturelles, utilisées directement. On a donné à ces outils primitifs et grossiers le nom d'*éolithes*. On croit les reconnaître à la présence de *retouches,* c'est-à-dire de petits éclats enlevés comme d'une façon systématique, suivant les besoins, ou résultant de l'utilisation.

Une quantité énorme d'éolithes se trouvent dans les graviers quaternaires, mélangés avec des instruments de formes déterminées et classiques. M. Rutot a décrit, dans les graviers du Nord de la France et de la Belgique, plusieurs industries de ce genre : l'industrie *reutélienne,* l'industrie *mafflienne*, l'industrie *mesvinienne*, etc. Mais ces objets se rencontrent également dans des terrains beaucoup plus anciens; les pierres éclatées de l'Oligocène de Thenay, du Miocène d'Otta et d'Aurillac, du Pliocène d'Angleterre, etc., sont des éolithes. Et, ici, la question devient beaucoup plus grave, puisque les adeptes des théories nouvelles s'appuient sur ces faits pour admettre l'existence de l'Homme ou de son précurseur immédiat pendant l'ère tertiaire.

Je n'ai pas cessé, depuis 20 ans, de combattre ces théories; d'abord parce qu'il m'a paru imprudent d'admettre l'existence de l'Homme tertiaire en l'absence de tout

témoignage direct, c'est-à-dire en l'absence de tout document ostéologique; ensuite parce que j'ai toujours été convaincu que les éolithes sont dus à des causes naturelles. J'avais eu l'occasion, en effet, d'en rencontrer dans toutes les alluvions anciennes de caractère torrentiel et renfermant des cailloux de silex. En Auvergne et dans le Velay, au cours de mes explorations pour le Service de la Carte géologique, j'en avais trouvé sur un grand nombre de points, au milieu de couches oligocènes ou miocènes occupant des milliers de kilomètres carrés d'étendue. Je me demandais comment on pourrait instituer des expériences pour résoudre le problème des éolithes, lorsque M. Laville, préparateur à l'École des Mines, nous a mis en présence, M. Cartailhac, correspondant de l'Institut, le Dr Obermaier et moi, de telles expériences réalisées par hasard et journellement dans un établissement industriel.

Il y a, dans la commune de Guerville, près de Mantes, une usine qui fabrique du ciment en mélangeant de la craie et de l'argile plastique. La craie renferme, comme toujours, des rognons de silex qui sont rejetés par l'exploitation. Des wagonnets la transportent de la carrière à l'usine contiguë et la déversent, avec une certaine quantité d'argile, dans des bassins circulaires dits *délayeurs*. Ces cuves ont environ 5^{m} de diamètre et $1^{m},40$ de profondeur. L'eau qui les alimente arrive par des conduits et ressort par des tamis latéraux en entraînant les parties les plus fines du mélange de craie et d'argile. L'eau est mise en mouvement au moyen d'une roue horizontale, située au-dessus de la nappe liquide, mais aux rayons de laquelle sont suspendues des herses en fonte plongeant dans l'eau; la vitesse de rotation de cette roue à la circonférence est d'environ 4^{m}.

L'eau est ainsi animée d'un mouvement tourbillonnaire qui entraîne, non seulement les particules crayeuses et argileuses, mais encore un certain nombre de silex qui ont échappé à l'attention des carriers et ont été versés dans les délayeurs avec la craie. Ces silex sont donc soumis à des chocs mutuels, très nombreux pendant une période de 29 heures. Lorsque l'appareil est arrêté, les cailloux demeurent au fond du bassin où ils sont recouverts d'un enduit crayeux. On les retire des cuves pour les laver et les mettre en tas, car ils servent à fabriquer du béton.

Or ces cailloux de silex, qui ont subi dans les délayeurs les actions dynamiques d'un tourbillon artificiel comparables de tous points aux actions dynamiques d'un cours d'eau torrentiel, offrent tous les caractères des anciens graviers de rivières; il est facile d'y retrouver, en quelques minutes de recherches, toutes les formes les plus caractérisées d'éolithes, celles qui sont données comme typiques. Mes compagnons et moi avons pu faire une collection de silex admirablement *retouchés*, identiques aux pierres nommées par M. Rutot : percuteurs, rabots, silex à encoches, etc. Nous avons également recueilli des cailloux présentant le cône de percussion regardé, en général, comme la marque infaillible de la taille intentionnelle.

PALÉONTOLOGIE. — *Figurations du Lion et de l'Ours des cavernes et du Rhinocéros* tichorhinus *sur les parois des grottes par l'Homme de l'époque du Renne.* Note de MM. **Capitan, Breuil** et **Peyrony**, présentée par M. Albert Gaudry.

Nous avons eu l'honneur, dans diverses Communications, d'exposer à l'Académie les premiers résultats de nos investigations dans plusieurs grottes de la Dordogne, sur les parois desquelles nous avons découvert de nombreuses gravures et peintures exécutées par les Hommes de l'époque du Renne. Nous avons continué ces recherches. Elles ont amené la découverte de plusieurs figures d'animaux intéressantes à divers titres. En effet, ces figures sont assez complètes et assez précises dans leurs détails, pour qu'il soit possible de déterminer les espèces auxquelles appartiennent les animaux figurés.

C'est ainsi que nous avons pu recueillir une trentaine de représentations gravées du Mammouth, bien caractérisé par son front bombé, son crâne élevé, les longs poils dont il était recouvert et que certaines figures montrent, traînant par terre, sous le ventre. C'est là une indication nette, par l'épaisseur de la toison dont il était recouvert, de la température très froide qui devait régner alors. On sait d'ailleurs que les Mammouths, découverts presque entiers dans les terres gelées de la Sibérie, étaient très poilus.

Certaines représentations sont inédites. Tel est le cas pour deux gravures se rapportant certainement à des félins. La première existe dans le fond de la grotte de Font-de-Gaume sur les parois d'un fort étroit passage et à 3^m de hauteur. L'animal représenté tout entier est nettement caractérisé par la forme de sa tête, l'aspect de son corps, sa longue queue relevée, ses pattes courtes. Ses dimensions sont : 95^{cm} de longueur et 37^{cm} de hauteur. Il fait partie d'un groupe semblant former un véritable tableau. Devant lui, en effet, et lui faisant face, sont gravés quatre chevaux admirablement dessinés. Comme le félin est figuré notablement plus gros que les chevaux, on peut supposer qu'il s'agit là de la représentation d'un *Felis leo* var. *spelæa*.

Une autre gravure (celle-ci sur les parois de la grotte des Combarelles) figure aussi un félin dont seule la partie antérieure est visible (65^{cm} de longueur sur 42^{cm} de hauteur), le reste disparaissant sous la stalagmite. Les caractères de la forte musculature de la face sont typiques. Sa représentation est bien plus soignée dans ses détails que celle du félin entier.

D'ailleurs, ces deux figures se complètent et s'expliquent l'une par l'autre.

Sur les parois des Combarelles, également, nous avons relevé une figure profondément gravée et qui représente, tout entier, un Ours. C'est une bête lourde, trapue, à grosses pattes, à front bombé. On peut admettre que c'est la représentation fidèle de l'*Ursus spelæus,* réalisant bien l'idée que s'en faisaient les paléontologistes d'après l'examen de ses os. Cette image mesure 60^{cm} de longueur sur 45^{cm} de hauteur.

Enfin nous signalerons une figure peinte au trait rouge, dans le fond de la grotte de Font-de-Gaume, non loin du groupe du Félin et des Chevaux et à 2^{m} environ de hauteur, derrière une saillie de rocher qui la dissimulait si bien que nous avons été longtemps avant de la découvrir. Elle représente, également tout entier, un Rhinocéros bicorne. Il mesure 68^{cm} de longueur sur 33^{cm} de hauteur au garrot. Une sorte de crinière de poils courts est figurée sur le haut de la tête. On voit l'indication de poils également sous le maxillaire inférieur, sur le dos, à l'extrémité des pattes et au-dessous du ventre qui traîne presque à terre. La forme du museau et celle de la tête, beaucoup plus allongée que celle des rhinocéros actuels, sont tout à fait caractéristiques. Les deux cornes sont très bien indiquées : l'antérieure plus longue notablement et plus large que la postérieure. On reconnaît ainsi dans cette figure le *Rhinoceros tichorhinus* avec sa toison, comme celle des sujets découverts dans les terres glacées quaternaires de l'extrême nord sibérien.

Ces diverses figures ont un réel intérêt de nouveauté. C'est ainsi, par exemple, que jusqu'ici on ne connaissait aucune représentation de Félins et de Rhinocéros entiers et qu'on supposait même que le *Rhinoceros tichorhinus* n'existait plus à la fin de l'époque du Renne.

M. **Farid Boulad** adresse une Note *Sur une détermination rapide des moments d'inertie.*

M. **Dussaud** adresse une Note sur un *Nouveau procédé d'amplification des sons.*

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *A. Potier* :

En première ligne. . . . . M. **Pierre Curie**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique . . . . . MM. **Bouty**. **Gernez**. **Pellat**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1905.

Science et libre pensée, par M. Berthelot, Sénateur, Membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Calmann-Lévy, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

De l'expérience de traction transversale appliquée à l'étude de la résistance de l'eau à la marche des flotteurs, par L.-E. Bertin, Membre de l'Institut. (Extr. des *Memorie della Pontificia Academia romana dei Nuovi Lincei*, vol. XXIII.) Rome, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive, par le R. P. Colin, Correspondant de l'Institut. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXL, p. 1219; séance du 8 mai 1905.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Mikroskopische Physiographie der Minerialen und Gesteine, ein Hülfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien; Bd. I, zweite Hälfte : *Die petrographisch wichtigen Mineralien*, von H. Rosenbusch und E.-A. Wülfing; zweite Hälfte : Spezieller Teil, vierte neu bearbeitete Auflage, von H. Rosenbusch. Stuttgard, E. Schweizerbart, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. H. Rosenbusch, Correspondant de l'Institut.)

M. Bertin présente au nom de l'auteur les deux Opuscules suivants pour le concours du prix de Mécanique :

Les théories du choc et l'expérience, par le Comte de Maupeou d'Ableiges. Paris, Gauthier-Villars, 1903; 1 fasc. in-8°.

Déformations des solides sous l'action des forces parallèles, par le Comte de Maupeou d'Ableiges. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 fasc. in-8°.

Les travaux de Millon sur les blés, par A. Balland. Paris, H. Charles-Lavauzelle, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot, pour le concours du prix Binoux.)

Experiments on the fusibility of blast-furnace slags, by O. Boudouard. Iron and Steel Institute; may 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cypéracées. Descriptions et figures des Cypéracées de France, Suisse et Belgique, par T. Husnot; 1re livraison, contenant presque tout le genre *Carex* et la clef analytique des espèces. Cahan, par Athis (Orne), 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les Spirochaetes de Schaudinn et Hoffman et les formes évolutives de l'hémoprotiste de la syphilis, par M. René Horand. Lyon, 1905; 1 fasc. in-8°.

Présence de diastases dans les liquides physiologiques, leur origine et leur signification pathologique dans ces milieux, par P. Harckman. Tournai, H. et L. Casterman, 1903; 1 fasc. in-8°.

Goudronnage des routes par le feu, supprimant l'usure, les poussières et la boue, par A. Francou; 2e éd. Paris, Auch, chez l'auteur, 1905; 1 fasc. in-8°.

Report of the Astronomer royal to the Board of visitors of royal Observatory, Greenwich, read at the annual visitation of the royal Observatory, 1905 june 3, by W.-H.-M. Christie. 1 fasc. in-4°.

Transvaal meteorological Department. Observations for the period 1st *july* 1903-30th *june* 1904, *with Appendix. First Report.* Pretoria, printed at the Government printing and stationery office, 1905; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par Neischtafowitsch, vol. VII, livr. 6. Novo-Alexandria, 1905; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande : 1893-1894. Helsingfors, 1905; in-f°.

État des glaces et des neiges en Finlande pendant l'hiver 1894-1895, exposé par Axel Heinrichs. Helsingfors, 1905; 1 fasc. in-4°.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1900, with frontispiece map; pub. by Direction of the meteorological Council. Edimbourg, 1905; 1 fasc. in-4°.

Annual report of the Minister of Mines for the year ending 31st *december* 1904, *being an account of mining operations for gold, coal, etc., in the Province of British Columbio*; printed by authority of the Legislative Assembly. Victoria, B. C., 1905; 1 vol. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences; vol. XVI, part I. Lancaster, Pa., 1905; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences; vol. XLI, nos 1 and 2. Boston, Massachusetts, 1905; 2 fasc. in-8°.

Sammelschrift der mathematisch-naturwissenschaftlicharztlichen Section der

Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften in Lemberg; Bd. X. Lemberg, 1905; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUIN 1905.

Inauguration du médaillon d'Émile Laurent, à l'Institut agricole de Gembloux, 7 mai 1905. (Extr. des *Annales de Gembloux* du 1er juin 1905.) Gand, Victor van Doosselacre, 1905; 1 fasc. in-8°.

Les Oiseaux observés en Belgique, par MARCEL DE CONTRERAS; Ire partie: *Les Gymnopaides,* suivie d'une Notice sur les aberrations dans le plumage. (Extr. du journal *Chasse et Pêche.*) Bruxelles, F. Vanbuggenhoudt, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Yves Delage. Hommage de l'auteur.)

Rapport sur les nivellements de précision exécutés dans les cinq parties du monde, suivi du Rapport spécial sur les travaux du nivellement général de la France de 1901 *à* 1903 *inclus, et d'une Note sur le cercle azimutal, à microscopes, du Service technique du Cadastre,* par CH. LALLEMAND. (Extr. des *Comptes rendus des séances de la Conférence générale de l'Association géodésique internationale, tenue à Copenhague en août* 1903.) Leyde, E.-J. Brill, 1904; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

La France et le Siam, Communication faite à la Société académique indo-chinoise de France dans sa séance du 31 octobre 1897, par PARFAIT-CHARLES LEPESQUEUR. Paris, au siège de la Société, 1897; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mines de houille rendues réfractaires à l'ankylostome par des eaux salées de filtration, par le Dr A. MANOUVRIEZ. Paris, Jules Rousset, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances; 2e série, t. III, session de 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; paraissant une fois par mois, t. XLV. Paris, les fils Rozier, 1905; 1 vol. in-8°.

Compte rendu des séances du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine; n° 14 : *Séance du* 9 *juin* 1905. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon; 8e série, t. II, 1904. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1905; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XLIII, n° 1, janvier-février 1905. Amiens; 1 fasc. in-4°.

L'eclisse solare del 30 *agosto* 1905 : *Risultati del calcolo per la città di Schio e per le principali città del Veneto,* per D. FRANCESCO FACCIN. Schio, L. Marin, 1905; 1 fasc. in-8°.

Contributions from the Solar Observatory Mount Wilson, California. n° 1 : *A study of the conditions for solar research at Mount Wilson, California,* by GEORGE E. HALE, Director. N° 2 : *The Solar Observatory of the Carnegie Institution of Was-*

hington, by GEORGE HALE, Director. Washington, the Carnegie Institution, 1905; 2 fasc. in-8°.

Solar Physics Committee. Mean annual variations of barometric pressure and rainfall in certain regions. Londres, 1905; 1 fasc. in-4°.

Die Ergebnisse der Triangulierungen der k. u. k. militär-geographischen Institutes; Bd. I-III. Vienne, 1901-1905; 3 vol. in-4°.

The Waterlilies, a monograph of the genus Nymphæa, by HENRY-S. CONARD; pub. by the Carnegie Institution of Washington, 1905; 1 vol. in-4°.

Flora Uruguaya, del prof. J. ARECHAVALETA; tomo II, entrega 2, p. 161-292 : *Cactaceas y Ficoidaceas.* Montevideo, 1905; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 juin 1905.)

Page 1603, *au lieu de* Note de MM. A. ETARD et E. WALLÉE, *lisez* Note de MM. A. ETARD et E. VALLÉE.

FIN DU TOME CENT-QUARANTIÈME.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:
Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan, Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.)
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
S'-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedländer et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Cie. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
S'-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Pertubations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 .... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 26.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 26 juin 1905.)

CORRESPONDANCE.

Pages.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale di... Ouvrages de M. *Marcel de Contrera*... de M. *A. Francou*.........................

MM. H. RENAN et W. EBERT. — Sur la détermination de la constante d'aberrati... au moyen des observations de trois étoi... très voisines du Pôle......................9

M. L. RAFFY. — Sur la recherche des su... faces isothermiques...........................9

M. M. BRILLOUIN. — Le mouvement de... Terre et la vitesse de la lumière...........2

M. ÉDOUARD BRANLY. — Appareil de Télémé... canique sans fil de ligne.....................4

M. ANDRÉ BROCA. — Sur le pouvoir inducteu... spécifique des métaux.........................5

M. A. BLONDEL. — Sur les phénomènes de l'arc chantant.............................

M. GEORGES MESLIN. — Appareil et méthode de mesure des coefficients d'aimantation..

M. A. RECOURA. — Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique.......

M. E. BAUD. — Combinaisons du chlorure d'aluminium avec l'oxychlorure de carbone...

M. LEON GUILLET. — Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt.......... 1689

M. A. MAILHE. — Sur l'hydrogénation des aldoximes.................................. 1691

M. P. FREUNDLER. — Sur la bromuration de la paraldéhyde........................ 1693

MM. F. COUTURIER et G. VIGNON. — Sur quelques nouvelles β-cétoaldéhydes...... 1695

M. MAURICE FRANÇOIS. — Iodomercurates et chloroiodomercurate de monométhylamine 1697

MM. L. BOUVEAULT et RENÉ LOCQUIN. — Sur quelques dérivés de la butyroïne et de la capronoïne....................................... 1699

M. T. KLOBB. — Sur une phytostérine-alcool bivalent..

M. E. MILLIAU. — Procédé pour déterminer la pureté du beurre de coco.............. 1...

MM. E. LOUïSE et F. MOUTIER. — Toxicologie du mercure-phényle........................ 1703

M. H. GIRAN. — Sur la combustion du soufre dans la bombe calorimétrique............ 1704

MM. M. PIETTRE et A. VILA. — L'oxyhémoglobine de cobaye. Action des fluorures.. 1707

M. G. ANDRÉ. — Sur les variations simultanées des acides organiques chez quelques plantes grasses.............................. 1708

M. G. WARCOLLIER. — Sur la production d'un cidre doux.......................... 1711

M. LÉON VAILLANT. — Le genre *Alabes* de Cuvier.. 1713

M. L. SEMICHON. — Signification physiologique des cellules à urates chez les Mellifères solitaires................................ 1715

MM. L. CAMUS et E. GLEY. — Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte............. 1717

M. C. PHISALIX. — Sur la présence du venin dans les œufs de Vipère.................. 1719

M. ERNEST SOLVAY. — Sur le problème dit du *travail statique* : démarrage; considérations générales.......................... 1721

MM. JULES REHNS et PAUL SALMON. — Traitement du cancer cutané par le radium..... 1723

MM. LOUIS GENTIL et A. BOISTEL. — Sur l'existence d'un remarquable gisement ...iocène à Tétouan (Maroc)............. 1725

M. CAYEUX. — Existence d'une faune sau...tre dans les sables de l'argile plastique ...ssy (Seine)............................. 1728

M. MARCELLIN BOULE. — Sur l'origine des ...ithes.. 1729

MM. CAPITAN, BREUIL et PEYRONY. — Figu...ions du Lion et de l'Ours des cavernes ...du Rhinocéros *tichorhinus* sur les pa...s des grottes par l'Homme de l'époque ...Renne.. 1731

M. FARID BOULAD adresse une Note « Sur la détermination rapide des moments d'inertie ».. 1732

M. DUSSAUD adresse une Note sur un « Nouveau procédé d'amplification des sons »... 1732

COMITÉ SECRET.

Liste de candidats présentés par la Section de Physique, à la place laissée vacante par le décès de M. *Potier* : 1° M. *Pierre Curie*; 2° MM. *Bouty*, *Gernez*, *Pellat*.......... 1733

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE... 1733

ERRATA... 1736

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1905.

TOME CXL.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1905.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXL.

A

Pages.

ABSORPTION DE LA LUMIÈRE. — Sur l'existence d'un ellipsoïde d'absorption dans tout cristal translucide, même sans plan de symétrie ni axe principal; par M. *J. Boussinesq* 401
— Formule rationnelle du coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque; par M. *J. Boussinesq* 622
— Construction, dans un milieu opaque homogène, des rayons lumineux qui y pénètrent par une face plane; par M. *J. Boussinesq* 825
ACADÉMIE. — État de l'Académie au 1er janvier 1905 5
— M. *Mascart*, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1904 13
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le Tome CXXXVIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat 753
— M. le *Président* annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 24 avril sera remise au mardi 25 1077
— M. le *Président* annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 12 juin sera remise au mardi 13 1497
Voir *Candidatures, Collège de France, Commissions, Conservatoire des Arts et Métiers, Décès de Membres et Correspondants, Nominations.*
ACIDES. — Sur l'acide lactyllactyllactique et le dilactide de l'acide lactique inactif; par MM. *E. Jungfleisch* et *M. Godchot* 502
— Sur l'acide lactique droit; par MM. *E. Jungfleisch* et *M. Godchot* 719
— Sur l'acide acétyl-lactique; par M. *V.*

Pages.

Auger ... 938

— Sur l'acide oxéthylcrotonique et l'acide éthylérythrique; par M. *Lespieau* ... 723

— Migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques; par MM. *E.-E. Blaise* et *A. Luttringer* .. 148

— Caractérisation des lactones au moyen de l'hydrazine; par MM. *E.-E. Blaise* et *A. Luttringer* ... 790

— Sur les acides benzhydroxamique et dibenzhydroxamique; par M. *R. Marquis* ... 1398

— Sur quelques composés de l'acide azélaïque; par M. *A. Bouchonnet* ... 1599

— Sur une nouvelle synthèse de l'acide oxalique; par M. *H. Moissan* ... 1209

Voir *Alcools, Camphres, Chimie organique, Leucine, Pathologie.*

ACIERS. — Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt; par M. *Léon Guillet* ... 1689

Voir *Hystérésis.*

ACOUSTIQUE. — Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3m de diamètre; par MM. *J. Violle* et *Th. Vauthier*. 1292

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles; par M. *Marage* .. 87

Voir *Pathologie.*

AÉRONAUTIQUE. — Sur les dangers de l'électricité atmosphérique pour l'aérostation et les moyens d'y remédier; par M. *A. Breydel* ... 714

Voir *Aviation.*

AGRONOMIE. — Sur la valeur agricole des matières humiques; par M. *J. Dumont.* 256

— Sur l'analyse minéralogique des terres arables; par M. *J. Dumont* ... 1111

— Sur l'analyse dite *physico-chimique* de la terre arable; par M. *H. Lagatu* ... 669

— Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique; par M. *H. Lagatu* ... 1358

— Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces; par MM. *A. Delage* et *H. Lagatu* ... 1555

— Sur l'état de conservation des minéraux de la terre arable; par M. *Cayeux* ... 1270

— L'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) en Agriculture; par M. *E.-S. Bellenoux* ... 1190

Voir *Cultures, Hydrologie.*

Pages.

AIR ATMOSPHÉRIQUE. — Voir *Ions, Météorologie.*

ALCALOIDES. — Sur la toxicité des alcaloïdes urinaires; par MM. *H. Guillemard* et *P. Vranceans* ... 1277

— Sur la spartéine. Action de l'iodure de méthyle; par MM. *Charles Moureu* et *Amand Valeur* ... 1601

— Sur la spartéine. Isomérie des deux iodométhylates; par MM. *Charles Moureu* et *Amand Valeur* ... 1645

Voir *Thermochimie.*

ALCOOLS. — Sur les hydrates d'acétol; par M. *André Kling* ... 1040

— Action des alcalis sur les solutions aqueuses d'acétol; par M. *André Kling* ... 1256

— Propionylcarbinol et dérivés; par M. *André Kling* ... 1345

— Sur le méthylacétylcarbinol; par M. *André Kling* ... 1456

— Sur un mode de formation d'acétol et d'acide pyruvique par oxydation directe de l'acétone; par M. *Pastureau* ... 1591

— Sur une phytostérine-alcool bivalent; par M. *T. Klobb* ... 1700

— Sur l'anéthoglycol (glycol de l'anéthol); par MM. *E. Varenne* et *L. Godefroy*. 591

— Sur la décomposition de l'alcool *o*-nitrobenzylique, sous l'influence de la soude aqueuse et de la soude alcoolique; par M. *P. Carré* ... 663

— Sur le décahydronaphtol-β et l'octohydrure de naphtaline; par M. *Henri Leroux* ... 590

Voir *Aliments, Ammoniums, Menthol, Méthylcyclohexane.*

ALDÉHYDES. — Sur une nouvelle réaction des aldéhydes et l'isomérie de leurs oximes; par M. *A. Conduché* ... 434

— *Errata* relatifs à cette Communication. 616

— Sur la bromuration de la paraldéhyde; par M. *P. Freundler* ... 1693

— Sur l'acétal bromé; par MM. *P. Freundler* et *Ledru* ... 794

ALIMENTS. — Sur la valeur alimentaire de différents pains; par M. *Pierre Fauvel.* 1424

— Le *moelleux* des vins; par M. *A. Müntz* ... 346

— Sur la composition des eaux-de-vie de vins; par M. *X. Rocques* ... 511

Voir *Chimie industrielle, Hydrologie, Lait, Physique appliquée.*

ALLIAGES. — Sur la trempe des bronzes;

Pages.

par M. *Léon Guillet* 307
— Constituant spécial obtenu dans la trempe d'un bronze d'aluminium; par M. *P. Breuil* 587
— Sur une propriété des alliages étain-aluminium, bismuth-aluminium, magnésium-aluminium; par M. *H. Pécheux* 1535

AMIDON. — Sur la coagulation diastasique de l'amidon; par MM. *J. Wolff* et *A. Fernbach* 95
— Influence de l'état de liquéfaction de l'amidon sur sa transformation par les diastases saccharifiantes; par MM. *J. Wolff* et *A. Fernbach* 1067
— De quelques circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon; par MM. *J. Wolff* et *A. Fernbach* 1403
— Analogie entre l'amidon coagulé par l'amylocoagulase et l'amidon de pois; par MM. *J. Wolff* et *B. Fernbach* ... 1547
— Sur la transformation de l'amylocellulose en amidon, par M. *Eugène Roux*. 440
— Sur la saccharification par le malt des amidons artificiels; par *Eugène Roux*. 1259
— Sur la rétrogradation des amidons artificiels; par M. *Eugène Roux* 943
— Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des empois de fécule; par MM. *L. Maquenne* et *Eugène Roux* 1303

AMINES. — Action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine (nitrate, phosphate, arséniate); par M. *L.-J. Simon* 659
— Sur une méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine; par *L.-J. Simon*. 724
— Équilibre entre l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine; par M. *Philippe Landrieu* 1392
— Iodomercurates et chloriodomercurates de monométhylamine; par M. *Maurice François* 1697
— Application aux nitriles de la méthode d'hydrogénation directe par catalyse : synthèse d'amines primaires, secondaires et tertiaires, par MM. *Paul Sabatier* et *J.-B. Senderens* 482
— Sur l'hydrogénation du benzonitrile et du paratolunitrile, par M. *A. Frébault*. 1036
— Glycérophosphates de pipérazine; par M. *A. Astruc* 727
Voir *Ammoniums, Azoïques.*

AMMONIUMS (MÉTAUX). — Sur le méthylamidure de cæsium; par M. *E. Rengade* 246
— Sur l'amidure de cæsium; par M. *E. Rengade* 1183
— Action de l'oxygène sur le cæsium-ammonium; par M. *E. Rengade* 1536
— Action du potassammonium sur le bromure de baryum; par M. *A. Joannis*. 1243
— Sur le strontium ammonium; par M. *Rœderer* 1252
— Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique : préparation des carbures forméniques; par M. *Paul Lebeau* 1042
— Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique; formation des amines primaires; par M. *Paul Lebeau*. 1264
— Action des métaux ammoniums sur les dérivés halogénés du méthane; par M. *E. Chablay* 1262
— Action des métaux ammoniums sur les alcools : méthode générale pour la préparation des alcoolates; par M. *E. Chablay* 1343
— Action des métaux ammoniums sur les alcools polyatomiques; par M. *E. Chablay* 1396

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Sur les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact; par M. *S. Lattès* 29
— La série de Taylor sur le cercle de convergence; par M. *Paul Dienes* 489
— Sur une condition de convergence des séries de Fourier; par M. *Henri Lebesgue* 1378
— Sur quelques théorèmes de Riemann; par M. *P. Fatou* 569
Voir *Équations différentielles.*

ANATOMIE VÉGÉTALE. — Sur l'appareil sécréteur des Diptérocarpées; par M. *P. Guérin* 520
— Pétales inverses du *Cheiranthus Cheiri* L. var. λ-*gynantherus* DC et fausse cloison des Crucifères, par M. *C. Gerber* 1109
— Le diagramme floral des Crucifères; par M. *C. Gerber* 1143
Voir *Botanique.*

ANESTHÉSIE. — Les proportions des gaz du sang artériel, pendant le cours de l'anesthésie chloroformique, restent invariables tant que la ventilation pulmonaire reste à peu près normale; par

Pages.
M. *J. Tissot*.................... 384
— Recherches expérimentales sur les relations entre la pression artérielle et les doses de chloroforme absorbées; l'examen continu de la pression artérielle permet d'éviter sûrement tous les accidents de l'anesthésie chloroformique, quel que soit le procédé de chloroformisation employé; par M. *J. Tissot*.................... 459
— Étude expérimentale des conditions qui déterminent la pénétration des vapeurs de chloroforme dans le sang pendant l'anesthésie chloroformique et de l'influence des variations de la ventilation pulmonaire sur cette pénétration; par M. *J. Tissot*.................... 681
— Étude expérimentale des relations entre la pression artérielle et la ventilation pulmonaire dans l'anesthésie par le chloroforme. La polypnée est une cause déterminante des accidents de la chloroformisation; par M. *J. Tissot*. 806
— Sur l'importance pratique de l'exploration de la pression artérielle pour éviter les accidents de l'anesthésie; par M. *L. Hallion*.................... 599
Annélides. — Sur la biologie des Cestodes; par MM. *L. Jammes* et *H. Mandoul*.. 271
— La résorption phagocytaire des éléments reproducteurs dans les vésicules séminales du *Lumbricus herculeus* Sav.; par M. *Louis Brasil*.................... 597
— La genèse des gamètes et l'anisogamie chez les *Monocystis* du Lombric; par M. *L. Brasil*.................... 735
— Sur l'évolution des formes sexuées chez les Néréidiens d'eau douce; par M. *Ch. Gravier*.................... 1561
Anthropologie. — Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens : Les Kader des monts d'Anémalé et les tribus voisines; par M. *Louis Lapicque*....... 1558
— Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens. Relations anthropologiques entre les tribus de la montagne et les castes de la plaine; par M. *Louis Lapicque*.................... 1656
Voir *Paléontologie*.
Archéologie. — Nouvelles recherches sur les altérations séculaires des substances hydrocarbonées d'origine organique; par M. *Berthelot*.................... 177
— Quelques métaux trouvés dans les fouilles archéologiques en Egypte; par M. *Berthelot*.................... 183
Arsonvalisation (d'). — Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation; par MM. *A. Challamel* et *A. Moutier*..... 462 et 602
— De l'abaissement de la pression artérielle au-dessous de la moyenne par la d'Arsonvalisation; par MM. *A. Challamel* et *A. Moutier*.................... 742

ASTRONOMIE.

— Sur une application du diaphragme iris en Astronomie; par M. *Salet*........ 561
— Précautions à prendre dans le mode d'exécution de certaines recherches de haute précision; par M. *Lœwy*...... 553
— Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites, par MM. *Jean Mascart* et *W. Ebert*..... 1314
— Sur une détermination de la constante d'aberration au moyen des observations de trois étoiles très voisines du pôle; par MM. *H. Renan* et *W. Ebert*..... 1669
— Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques; par M. *Ch. Féry*. 106
— Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'astrolabe à prisme; par M. *Driencourt*.................... 302
— Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion; par M. *Driencourt*.................... 639
— Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre 1904; par Dom *M. Amann* et Dom *Cl. Rozet*....... 297
— Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète; par MM. *Lœwy* et *Puiseux*......... 192
Voir *Éclipses, Physique du globe, Observations, Soleil.*

Aviation. — Indétermination de la trajectoire limite des planeurs rigides; par M. *Marcel Brillouin*.................... 570
— Théorie et imitation du vol à voile; par

Pages.
M. *Albert Bazin* 1096
— Expériences d'enlèvement d'un hélicoptère; par S. A. S. le prince *Albert de Monaco* 1311
— Nouvelles expériences d'enlèvement de l'hélicoptère « M. Léger » au musée océanographique de Monaco; par M. *M. Léger* 1529
AZOIQUES. — Limite de copulation du diazobenzène et de l'aniline; par M. *Léo Vignon* 91
— Diazoaminés de la diphénylamine, dérivés des homologues de l'aniline et des naphtylamines; par MM. *Léo Vignon* et *A. Simonet* 788
— Diazoaminés secondaires; par MM. *Léo Vignon* et *A. Simonet* 1038

B

BACTÉRIOLOGIE.

— Eau oxygénée à l'état naissant. Activité bactéricide sur les germes des eaux; par M. *Ed. Bonjean* 50
— Action du magnésium et de la magnésie sur les microbes; par M. *F. Dienert*. 273
— Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique; par MM. *E. Boullanger* et *L. Massol* 687
— Sur les propriétés antiseptiques de certaines fumées et sur leur utilisation; par M. *A. Trillat* 797
Voir *Lait, Parasites, Pathologie.*

BALLONS DIRIGEABLES. — Sur la stabilité longitudinale des ballons dirigeables; par M. *L. Torres* 1019
Voir *Aéronautique.*

BIOLOGIE.

— Communication osmotique chez les Poissons entre le milieu intérieur et le milieu extérieur (à propos de deux Notes de M. *Quinton*); par M. *Jean Gautrelet* 108
— *Bougainvillia fruticosa* All. est le facies d'eau agitée du *Bougainvillia ramosa* Van Ben; par M. *Paul Hallez* 457
— De la cause des variations de la longueur de l'intestin chez les larves de *Rana esculenta;* par M. *Émile Yung* 878
— Sur la croissance en poids du cobaye; par M[lle] *M. Stefanowska* 879
— Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux; par MM. *L. Lapicque* et *P. Girard* 1057
— Nouvelles expériences de parthénogenèse expérimentale chez *Asterias;* par M. *Yves Delage* 1369
— Sur l'accroissement du poids des substances organiques et minérales dans l'avoine en fonction de l'âge; par M[lle] *M. Stefanowska* 58
— Anomalies héréditaires provoquées par des traumatismes; par M. *Blaringhem*. 378
— Sur la biologie du *Melampyrum pratense;* par M. *L. Gautier* 1414
Voir *Insectes, Physique biologique.*

BOTANIQUE.

— Hyphoïdes et bactéroïdes; par M. *Paul Vuillemin* 52
— Un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métamérisé; par M. *Louis Léger* 524
— Sur l'accentuation des caractères alpins des feuilles dans les galles de Genévriers; par M. *C. Houard* 56
— Les plantes du plateau des Nilghirris; par M. *Gaston Bonnier* 975
— Deux observations relatives à la flore des jeunes taillis; par M. *P. Fliche*... 1129
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1204
— Variations des caractères histologiques des feuilles dans les galles du *Juniperus Oxycedrus* L. du Midi de la France et de l'Algérie; par M. *C. Houard* 1412
Voir *Paléontologie végétale, Pathologie végétale.*

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE. — 63, 111, 175, 276, 336, 399, 400, 471, 550, 616, 750, 814, 961, 1074, 1126, 1151, 1202, 1283, 1427, 1494, 1617, 1666, 1733.

C

Pages.

Camphres. — Camphène, camphénylone, isobornéol et camphre; par MM. *L. Bouveault* et *G. Blanc* 93
— Sur les acides cyanocamphacétique, cyanocampho-α-propionique, cyanocampho-α-isobutyrique et leurs principaux dérivés; par MM. *A. Haller* et *A. Couréménos* 1430

Candidatures. — Candidats présentés pour la place vacante dans la Section de Physique, par la décès de M. *A. Potier* : 1° M. *Pierre Curie*, 2° MM. *Bouty*, *Gernez*, *Pellat* 1733

Caoutchouc. — Voir *Flore tropicale*, *Micrographie*.

Capillarité. — Sur un mode de visée des surfaces larges de mercure; par M. *A. Berget* 79
— Chaleur dans le déplacement de l'équilibre d'un système capillaire; par M. *Ponsot* 1176
— Volume spécifique d'un fluide dans des espaces capillaires; par M. *Ponsot* 1236
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1428
Voir *Diélectriques*, *Physique*.

Carbures d'hydrogène et leurs dérivés. — Sur quelques constantes du méthane pur et sur l'action du méthane solide sur le fluor liquide; par MM. *Henri Moissan* et *Chavannes* 407
— Sur quelques propriétés physiques du propane, par M. *Paul Lebeau* 1454
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1572
— Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués; par MM. *Fourneau* et *Tiffeneau* 1595
— Liquéfaction de l'allène et de l'allylène; par MM. *Lespieau* et *Chavanne* 1035
— Séparation de trois méthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène; par M. *James Lavaux* .. 44
— Synthèse dans la série anthracénique. III. Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé et ses dérivés; par MM. *A. Haller* et *A. Guyot* 283
— *Errata* relatifs à cette Communication. 400
— Synthèse dans la série anthracénique. IV. Dérivés diamidés tétraalcoylés symétriques du dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé; par MM. *A. Haller* et *A. Guyot* 343
— Sur l'oxyde de méthoéthénylbenzène (*méthylstyrolène*); par M. *Tiffeneau*. 1458
— Produits d'oxydation de l'octohydrure d'anthracène; dihydro-oxanthranol et hexahydroanthone; par M. *Marcel Godchot* 250
— Synthèses dans la série anthracénique. Condensation des dérivés du benzodihydrofurfurane en dérivés anthracéniques γ-substitués; par MM. *A. Guyot* et *J. Catel* 1460
— Sur les hydrures de phénanthrène; par M. *Pierre Breteau* 942
— Mode de formation de quelques dérivés monosubstitués de l'uréthane; par M. *F. Bodroux* 1108
— Sur les combinaisons des ferments chloroaluminiques avec des hydrocarbures et le gaz chlorhydrique; par M. *G. Gustavson* 940
Voir *Alcools*, *Ammoniums*, *Archéologie*, *Méthylcyclohexane*.

Cétones. — Sur un isomère de l'acétone trichlorée; par MM. *G. Perrier* et *E. Prost* 146
— Action de l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone; par MM. *F. Couturier* et *L. Meunier* 721
— Sur la chloruration de la méthyléthylcétone; par M. *André Kling* 312
— Sur quelques nouvelles β-cétoaldéhydes; par MM. *F. Couturier* et *G. Vignon* 1695
— Sur la méthylnataloémodine et la nataloémodine; par M. *E. Léger* 1464
— Sur des thuyones alcoylées et des combinaisons de la thuyone avec des aldéhydes aromatiques; par M. *A. Haller*. 1626
— Sur une nouvelle méthode de synthèse des cétones saturées par la méthode de réduction catalytique; par M. *Darzens*. 152
Voir *Alcools*, *Menthol*, *Méthylcyclohexane*.

Chaleur. — Pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux, immergé dans ce courant; par M. *J. Boussinesq* 15
— Conductibilité extérieure ou superficielle,

Pages.
représentative, pour un corps donné, du pouvoir refroidissant d'un courant fluide; par M. *J. Boussinesq* 65
— Sur une méthode de détermination des chaleurs spécifiques des solutions. Chaleur moléculaire des bons et des mauvais électrolytes; par MM. *P.-Th. Muller* et *C. Fuchs* 1639
— Sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés; par M. *E. Mathias* 1174
Voir *Capillarité, Hydrologie, Phosphorescence, Physiologie végétale, Physique du globe, Thermodynamique, Thermoélectricité.*
CHAMPIGNONS. — La mitose hétérotypique chez les Ascomycètes; par M. *René Maire* 950
— Production expérimentale de l'appareil ascosporé de la Morille; par M. *Marin Molliard* 1146
— Sur les conditions de développement du mycélium de la morille; par M. *G. Fron* 1187
— La culture de la morille; par M. *Ch. Répin* 1274
— Sur la biologie des Saprolégniées; par M. *Paul Dop* 454
— Nouvelles espèces d'endophytes d'Orchidées; par M. *Noel Bernard* 1272
— Sur le *Stearophora radicicola*, Champignon des racines de la Vigne; par MM. *L. Mangin* et *P. Viala* 1477
Voir *Pathologie animale.*
CHEMINS DE FER. — Oscillation des véhicules de chemin de fer sur leurs ressorts de suspension; par M. *Georges Marié* 637
— Oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie; par M. *Georges Marié* 1222
— Oscillations des locomotives sous l'action de diverses forces perturbatrices; par M. *Georges Marié* 1435

CHIMIE ANALYTIQUE.

— Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées; par MM. *Albert-Lévy* et *A. Pécoul* 98
— Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Son application pour déceler des traces de ce gaz dans l'atmosphère; par M. *Henri Dejust* 1250
— Remarques sur la réaction de la diphénylamine avec l'acide nitrique; par M. *Isidore Bay* 796
— Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque : application pour caractériser la pureté des eaux; par MM. *Trillat* et *Turchet* 374
— Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait, basé sur la recherche de l'ammoniaque, par MM. *A. Trillat* et *Sauton* 1266
— Sur la recherche du formol dans le lait; par M. *E. Nicolas* 1123
— Sur un nouveau réactif de l'aconitine; par M. *Eugenio Piñerúa Alvarez* 1540
— Sur la pyrolyse de la gomme laque; par MM. *A. Étard* et *E. Vallée* 1603
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1736
— Sur une méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine; par M. *L.-J. Simon* 724
Voir *Aliments.*

CHIMIE GÉNÉRALE. — Sur les vases de silice fondue, leur emploi en Chimie; par M. *Berthelot* 817
— Sur les vases de silice fondue; leur perméabilité; par M. *Berthelot* 821
— Sur l'emploi du tube chaud et froid dans l'étude des réactions chimiques; par M. *Berthelot* 905
— Perméabilité des vases de verre; par M. *Berthelot* 1286
— Nouvelles recherches sur la combinaison chimique; par M. *Berthelot* 1153
— Sur la perméabilité des tubes de silice fondue; par M. *Berthelot* 1159
Voir *Osmose.*
CHIMIE INDUSTRIELLE. — Sur le dosage rationnel du gluten dans les farines de blé; par M. *E. Fleurent* 99
— Action de l'acide azotique dilué sur les fibres végétales; par M. *Jardin* 314
— Sur l'acidité des alcools éthyliques du commerce et sur ses variations à la température ordinaire; par MM. *René Duchemin* et *Jacques Dourlen* 1466
— Procédé pour déterminer la pureté du beurre de coco; par M. *E. Milliau*.. 1702
Voir *Aliments, Métallurgie.*

CHIMIE INORGANIQUE.

Pages.

— Oxydation des métaux à froid en présence de l'ammoniaque; par MM. *C. Matignon* et *Desplantes*.......... 853
— Préparation des chlorures anhydres des métaux rares; par M. *Camille Matignon*.......... 1181
— Propriétés de quelques chlorures anhydres de métaux rares; par M. *Camille Matignon*.......... 1339
— Al. Combinaison du chlorure d'aluminium avec l'oxychlorure de carbone; par M. *E. Baud*.......... 1688
Voir *Alliages*.
Az. Voir *Cl.*
Bi. Voir *Alliages*.
— Bo. Sur les perborates; par M. *P. Melikoff*.......... 502
— Sur les perborates; par MM. *J. Bruhat* et *H. Dubois*.......... 506
— C. Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant; par M. *H. Moissan*.......... 277
— Sur l'évolution du carbone dans les combustibles; par MM. *Isidore Bay* et *Just Alix*.......... 377
— Ca. Sur quelques constantes physiques du calcium et sur l'amalgame de calcium; par MM. *Henri Moissan* et *Chavanne*.......... 122
Co. Voir *Aciers, Ni.*
Cu. Voir *Alliages*.
— Fe. Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification; par M. *Henri Moissan*.... 185
— Sur un sulfate ferrique basique; par M. *A. Recoura*.......... 1634
— Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique; par M. *A. Recoura*. 1685
— Fl. Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote, par MM. *Henri Moissan* et *Paul Lebeau*.......... 1573
— Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle; par MM. *Henri Moissan* et *Paul Lebeau*.......... 1621
— Sur les fluorures d'indium et de rubidium; par MM. *C. Chabrié* et *A. Bouchonnet*.......... 90
— Gd. Sur la purification de la gadoline et sur le poids atomique du gadolinium; par M. *G. Urbain*.......... 583
— H. Chaleur de formation de l'hydrure de sodium. Acidité de la molécule d'hydrogène; par M. *de Forcrand*.... 990
— Sur la valence de l'atome d'hydrogène; par M. *de Forcrand*.......... 764
— Hg. Action de l'iodure mercurique sur l'acide sulfurique et sur les sulfates de mercure; par M. *A. Ditte*.......... 1162
— K. Sur un nouveau réactif du potassium; par M. *Eugenio Piñerua Alvarez*... 1186
Mg. Voir *Alliages*.
— Na. Sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite; par M. *Gaston Gaillard*.......... 652
— Ni. Propriétés physiques du cobalt et du nickel fondus; par M. *H. Copaux*. 657
— Os. Sur quelques osmionitrites et sur un nitrite d'osmium; par M. *L. Wintrebert*.......... 585
— Sur un nouveau composé osmieux et une réaction de l'osmium; par M. *Eugenio Piñerúa Alvarez*.......... 1254
— Ph. Recherche du phosphore blanc dans le sulfure de phosphore; par M. *Léo Vignon*.......... 1449
— Rh. Sur une réaction du rhodium; par M. *Eugenio Piñerúa Alvarez*.......... 1341
— S. Sur la préparation des hydrosulfites; par M. *Billy*.......... 936
Voir *Na*.
— Sam. Combinaisons du chlorure de samarium avec le gaz ammoniac, par MM. *C. Matignon* et *R. Trannoy*.... 141
Sn. Voir *Aciers, Alliages*.
— Th. Préparation et propriétés du chlorure et du bromure de thorium; par MM. *H. Moissan* et *Martinsen*...... 1510
Ti. Voir *Aciers*.
— Tl. Sur une nouvelle forme de tartrate de thallium et sur les mélanges isomorphes des tartrates de thallium et de potassium; par M. *Jean Herbette*. 1649
— W. Sur les propriétés de l'anhydride tungstique comme colorant céramique; par M. *Albert Granger*.......... 935
Voir *Ammoniums, Archéologie, Poids atomiques et moléculaires, Radioactivité*.

CHIMIE ORGANIQUE.

— Sur l'oxygène quadrivalent; par M. *E.-E. Blaise*.......... 661

Pages.
— Éthylate ferrique; par M. *Paul Nicolardot* ... 857
— Recherches sur les formiates de mercure; par M. *Raoul Varet* ... 1641
— Action de l'acide cyanhydrique sur l'épiéthyline; par M. *Lespieau* ... 436
— Action des éthers chloracétiques sur les dérivés halogénomagnésiens de l'aniline; par M. *F. Bodroux* ... 1597
— Sur l'hydrogénation des aldoximes; par M. *A. Mailhe* ... 1691
— Sur quelques dérivés de la butyroïne et de la caproïne; par MM. *L. Bouveault* et *René Locquin* ... 1699

Voir *Acides, Alcaloïdes, Alcools, Aldéhydes, Amidon, Amines, Ammoniums, Azoïques, Carbures d'hydrogène, Cétones, Chimie physiologique, Chimie végétale, Cycles mixtes, Éthers, Leucine, Méthylcyclohexane, Pouvoir rotatoire, Pyranique (série).*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

— Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme; par M. *F. Maignon* ... 1063
— *Errata* relatifs à cette Communicution. 1203
— Production d'alcool et d'acétone par les muscles; par M. *F. Maignon* ... 1124
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1204
— Les cérébrines et l'acide cérébrique préexistent dans le tissu nerveux à l'exclusion du protagon; par M. *N.-A. Barbieri* ... 1551
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1620
— La philocatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux; par Mlle *L. Stern* et M. *F. Battelli* ... 1197
— Dosage du sucre dans le sang au moment de l'accouchement chez la chèvre sans mamelles; par M. *Porcher* ... 1279
— Recherches sur la lactase animale; par M. *Ch. Porcher* ... 1406
— Recherches sur la lactase animale; par M. *H. Bierry* ... 1122
— Contribution à l'étude de la dyscrasie acide; par MM. *H. Desgrez* et Mlle *Bl. Guende* ... 882
— Des variations du coefficient de déminéralisation chez les animaux en état de dyscrasie acide; par M. *H. Desgrez* et Mlle *Bl. Guende* ... 1487
— Dyscrasie acide expérimentale. (Modifications de l'organisme. Variations toxiques. Lésions spéciales. Anaphylaxie tuberculeuse); par M. *Charrin* ... 1069
— Recherches sur l'hématogène; par MM. *Morel* et *Hugounenq* ... 1065
— Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles; par M. *L. Lutz* ... 665
— Action élective du chloroforme sur le foie; par MM. *M. Doyen* et *J. Billet*. 1276
— Hydrolyse du glycogène hépatique produite par l'injection de l'amylase dans la veine porte; par M. *Pariset* ... 534

Voir *Bactériologie, Insectes, Physiologie, Reproduction.*

CHIMIE PHYSIQUE.

— Sur la fusibilité des mélanges que le bisulfure d'antimoine forme avec le sulfure cuivreux et le sulfure mercurique; par M. *H. Pélabon* ... 1389
— Recherches physicochimiques sur l'hémolyse; par M. *Victor Henri* ... 101
— Recherches physicochimiques sur l'hémolyse (II); par Mlle *P. Cernovodeanu* et M. *Victor Henri* ... 1394
— Sur l'existence d'un sulfate vert normal de sesquioxyde de chrome; par M. *Albert Colson* ... 42
— Sur la cryoscopie des sulfates; par M. *Albert Colson* ... 372
— Sur les réactions à vitesses discontinues du sulfate chromique vert; par M. *Albert Colson* ... 1451
— Applications diverses du principe de Watt à la dissociation des carbonates de plomb et d'argent; par M. *Albert Colson* ... 865
— Prévision d'une réaction chimique formant un système monovariant; par M. *C. Matignon* ... 513

Voir *Aciers, Alliages, Luminescence, Océanographie, Osmose, Pouvoir rotatoire, Spectroscopie, Thermochimie.*

CHIMIE VÉGÉTALE.

— Sur les changements de composition du fruit des Cucurbitacées; par M. *Leclerc du Sablon* ... 320

Pages.
— Sur les réserves hydrocarbonées des arbres à feuilles persistantes; par M. *Leclerc du Sablon* 1608
— Sur la composition chimique et la signification des grains d'aleurone; par M. *S. Posternak* 322
— Consommation de matières odorantes chez la plante étiolée; par MM. *Alex. Hébert* et *Eug. Charabot* 455
— Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle; par MM. *Eug. Charabot* et *G. Laloue*. 667
— Sur l'origine et la composition de l'essence de Benoîte : glucoside et enzyme nouveaux; par MM. *Em. Bourquelot* et *H. Hérissey* 870
— Sur la formation et le rôle des matières grasses chez les Champignons; par M. *A. Perrier* 1052
— Sur les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation; par M. *G. André* 1417
— Sur les variations simultanées des acides organiques chez quelques plantes grasses; par M. *G. André* ... 1708
— Sur l'emploi de la leucine et de la tyrosine comme sources d'azote pour les végétaux; par M. *L. Lutz* 380
CHIRURGIE. — Voir *Anesthésie*.
CHRONOMÉTRIE. — Pendule électrique à échappement libre; par M. *Ch. Féry*. 262
— Transmission précise de l'heure par le téléphone; par M. *E. Guyou* 1429
Voir *Astronomie*.
COLLÈGE DE FRANCE. — Liste de candidats présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organiques, vacante par suite du décès de M. *Fouqué* : 1° M. *Michel Lévy*; 2° M. *Cayeux* 26
— M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés, vacante au Collège de France, par suite du décès de M. *Marey* 207
— Liste de candidats présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'Histoire naturelle des corps organisés, vacante au Collège de France, par suite du décès de M. *Marey* : 1° M. *François-Franck*; 2° M. *Tissot* 353
Voir *Commissions*.
COLLOÏDAL (ÉTAT). — Sur un hydrate colloïdal de fer obtenu par électrodialyse et sur quelques-unes de ses propriétés; par MM. *J. Tribot* et *H. Chrétien* ... 144
— Sesquioxyde de fer colloïdal, modification brune; par M. *P. Nicolardot* 310
— Sur les colloïdes chloroferriques; par M. *G. Malfitano* 1245
— Conductibilité des solutions colloïdales; par M. *J. Duclaux* 1468
— Pression osmotique des solutions colloïdales; par M. *J. Duclaux* 1544
— Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé; par M. *Larguier des Bancels* 1647
COLORANTS. — Voir *Histologie*.
COMÈTES. — Observations de la comète Borrelly (28 décembre 1904) faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty*; par M. *Rayet* 78
— Comète *e* 1904, découverte le 28 décembre 1904, à l'Observatoire de Marseille; par M. *Borrelly* 104
— Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly (1904, déc. 28); par MM. *G. Fayet* et *E. Maubant* 105
— Observations de la nouvelle comète Borrelly (1904, *e*) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,305$ d'ouverture); par M. *G. Bigourdan* 132
— Observations de la comète Borrelly (1904, *e*) faites à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé; par M. *P. Chofardet* 153
— Observations de la comète Borrelly (*e*, 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$; par MM. *Rambaud* et *Sy* 154
— Observations de la comète Borrelly (1904 *e*) faites, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty*; par M. *G. Rayet* 206
— Sur le caractère elliptique de la nouvelle comète Borrelly (1904 *e*); par M. *G. Fayet* 259
— Sur la nouvelle comète à courte période 1904 *e* (Borrelly, 28 déc. 1904); par

Pages.
M. *G. Fayet* 296
— Observation de la comète Borrelly (1904 *e*) faite à l'équatorial de Brunner ($0^m,16$) de l'Observatoire de Lyon; par M. *J. Guillaume* 420
— Dépêche relative à la comète Giacobini; par M. *Bassot* 825
— Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest); par M. *G. Bigourdan*... 914
— Sur la nouvelle comète Giacobini; par M. *Giacobini* 924
— Éléments provisoires de la comète Giacobini (1905, mars 26); par M. *Maubant* 926
— Observations de la comète Giacobini (1905 *a*) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$; par MM. *Rambaud* et *Sy* 1007
— Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26), faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner-Henry); par M. *F. Rossard* 1085
— Observations de la comète Giacobini (1905, *a*) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux; par M. *Ernest Esclangon* 1225, 1632
— Observations de la comète Giacobini (*d*, 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$; par MM. *Rambaud* et *Sy* ....
— Éphéméride pour la recherche de la première comète périodique de Tempel (1867 II) en 1905; par M. *R. Gautier*. 844
COMMISSIONS. — Les Sections de Botanique et de Zoologie constituent la Commission chargée de présenter une liste de candidats à la chaire d'*Histoire naturelle des corps organisés*, vacante au Collège de France 207
— MM. *Émile Picard* et *Moissan* sont nommés membres d'une Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1904 1313
— Commission chargée de juger le concours du prix Francœur pour 1905 : MM. *Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Lévy, Darboux, Boussinesq* 1006
— Commission chargée de juger les concours des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905 : MM. *Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré* 1006
— Commission chargée de juger les concours du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905 : MM. *Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille* 1006
— Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905 : MM. *Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann, Darboux*.. 1006
— Commission chargée de juger les concours des prix Gay, Tchihatchef pour 1905 : *Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem*... 1006
— Commission chargée de juger les concours des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 : MM. *Mascart, Lippmann, Becquerel, Potier, Violle, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Lévy* 1007
— Commission chargée de juger les concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905 : MM. *Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot* 1084
— Commission chargée de juger les concours des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905 : MM. *Gaudry, Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier* 1084
— Commission chargée de juger les concours du grand prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905 : MM. *Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Giard, Chatin* 1084
— Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1905 : MM. *Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Laveran, Lannelongue* 1085
— Commission chargée de juger les concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréhant, Godard,

Pages.
du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 : MM. *Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel.* 1085
— Commission chargée de juger les concours des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905 : MM. *d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Laveran, Roux, Giard, Dastre* 1169
— Commission chargée de juger les concours des médailles et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905 : MM. *Troost, Poincaré, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet*.... 1169
— Commission chargée de juger le concours du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 : MM. *Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Grandidier, Guyou, Poincaré, de Lapparent*............................ 1169
— Commission chargée de juger les concours du prix Wilde pour 1905 : MM. *Berthelot, Maurice Levy, Mascart, Lœwy, Darboux, de Lapparent, Troost*...................... 1169
— Commission chargée de juger le concours du prix Saintour pour 1905 : MM. *Berthelot, Poincaré, Darboux, Troost, Gaudry, Mascart, Moissan*. 1169
— Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905 : MM. *de Freycinet, Brouardel, Picard (Alfred), Haton de la Goupillière, Laussedat, Carnot, Rouché*............................. 1169
— Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures et appliquées) pour 1905 : MM. *Poincaré, Appell, Jordan, Darboux, Picard (Émile), Painlevé, Humbert*................ 1169
— Commission chargée de juger le concours du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour l'année 1905 : MM. *Bornet, Gaudry, Giard, Perrier, Van Tieghem, Guignard, Delage*........ 1224
— Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour l'année 1908 : MM. *Poincaré, Darboux, Maurice Levy, Emile Picard, Jordan, Appell, Humbert*.......... 1224

Pages.
— Commission chargée de présenter deux questions de grand prix des Sciences physiques (prix du Budget), l'une pour l'année 1907 et l'autre pour l'année 1909 : MM. *Gaudry, Schlœsing, Van Tieghem, Troost, Moissan, Perrier, Mascart*........................... 1225
— Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1908 : MM. *Moissan, Gaudry, Perrier, Van Tieghem, Berthelot, Schlœsing, Troost*........ 1225
— Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1909 : MM. *Berthelot, Darboux, Poincaré, Gaudry, Troost, Mascart, Moissan*............................... 1225
— Commission chargée de présenter une question de prix Alhumbert pour l'année 1910 : MM. *Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Gaudry, Poincaré, Troost*.......... 1225
COMPRESSIBILITÉ DES GAZ. — Voir *Poids atomiques et moléculaires.*
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes invite l'Académie à dresser des listes de candidats pour deux Chaires au Conservatoire national des Arts et Métiers.................... 1313
— Liste de candidats à la Chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° M. *Verneuil*; 2° M. *Damour*; 3° M. *Granger*........................ 1524
— Liste de candidats à la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire national des Arts et Métiers : 1° M. *Rosenstiehl*; 2° M. *Prud'homme*; 3° M. *Lemoult*...................... 1525

CRISTALLOGRAPHIE.

— Sur les azotates de potasse et d'ammoniaque et sur la loi de Bravais; par M. *Frédéric Wallerant*............ 264
— Sur l'isodimorphisme ; par M. *Frédéric Wallerant*................ 447 et 1045
— Sur les transformations polymorphiques par actions mécaniques; par M. *Fréd. Wallerant*........................ 1268

Pages.
— Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire; par M. *G. Friedel*........ 730 et 873
Voir *Absorption de la lumière, Minéralogie.*

CRUSTACÉS. — Sur les Palinurides et les Eryonides recueillis dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques; par M. *E.-L. Bouvier*........ 479
— Sur les Pénéides et les Sténopides recueillis par les expéditions françaises et monégasques dans l'Atlantique oriental; par M. *E.-L. Bouvier*........ 980
— Sur une forme de phanères propres aux *Pandalidæ;* par M. *H. Coutière*.... 674
— Sur les Alpheidæ des Laquedives et des Maldives; par M. *H. Coutière*....... 736
— Sur quelques crustacés provenant des campagnes de la *Princesse-Alice* (filet à grande ouverture); par M. *H. Coutière*........ 1113

CRYOSCOPIE. — Études cryoscopiques faites dans l'acide cyanhydrique; par M. *Lespieau*........ 855
Voir *Chimie physique.*
CULTURES. — Un caféier nouveau de l'Afrique centrale; par M. *Aug. Chevalier*...... 517
— Les caféiers sauvages de la Guinée française; par M. *Aug. Chevalier*....... 1472
— Un nouveau bananier de Madagascar; par M. *Paul Claverie*.. 1610
— Les exigences du tabac en principes fertilisants; par MM. *A.-Ch. Girard* et *E. Rousseaux*........ 733
Voir *Agronomie, Flore tropicale, Hydrologie, Insectes, Pathologie végétale, Viticulture.*
CYCLES MIXTES. — Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane; par MM. *A. Guyot* et *J. Catel*... 254 et 1348
— *Errata* relatif à cette Communication.. 400
— Sur quelques iodomercurates de pyridine; par M. *Maurice François*..... 861

D

DÉCÈS DE MEMBRES ET DE CORRESPONDANTS. — M. le Président annonce le décès de M. *A. Potier*........ 1285
DENSITÉ DES GAZ. — Voir *Poids atomiques et moléculaires.*
DIASTASES. — A propos de l'assimilation en dehors de l'organisme; par M. *Ch. Bernard*........ 509
— Recherches sur le mode d'action de la philocatalase; par M. *F. Batelli* et M[lle] *L. Stern*........ 1352
Voir *Amidon.*
DIÉLECTRIQUES. — Mesure de la conductibilité des diélectriques au moyen des gaz ionisés; par M. *Charles Nordmann*........ 38
— Sur la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action d'un champ électrostatique tournant de fréquence élevée; par MM. *P. Denso* et *Ch.-Eug. Guye*. 433
— Sur la rigidité électrostatique des gaz aux pressions élevées; par MM. *Ch.-Eug. Guye* et *H. Guye*............ 1320
— Tension superficielle d'un diélectrique dans le champ électrique; par M. *Ch. Fortin*........ 576
— Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique du verre avec la fréquence; par MM. *André Broca* et *Turchini*.. 780
DILATATION DES GAZ. — Voir *Poids atomiques et moléculaires.*
DISSOLUTIONS. — Voir *Colloïdal.*
DYNAMIQUE DES GAZ. — Sur l'onde explosive; par M. *E. Jouguet*............ 711

E

ÉCLIPSES. — Observations de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905; par M. *G. Bigourdan*........ 473
— Sur l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905; par M. *Puiseux*........ 559
— Les ombres mouvantes de l'éclipse totale de Soleil du 12 mai 1706; par M. *G. Rayet*........ 1577
— L'influence des éclipses sur les mouvements de l'atmosphère; par MM. *W. de Fonvielle* et *Paul Bordé*........ 901

Pages.
— La météorologie des éclipses totales du Soleil; par MM. *W. de Fonvielle* et *Paul Bordé*.................... 1665
Économie rurale. — Voir *Agronomie*.
Élasticité. — Calcul des ponts en arc et des ponts suspendus; par M. *Considère*.......................... 202
— *Errata* relatifs à cette Communication. 400
— Faculté que le béton armé possède de supporter de grands allongements; par M. *Considere*.................... 291
— Sur le calcul des arcs encastrés; par M. *Pigeaud*..................... 774
— Arcs associés à des longerons par des montants verticaux articulés; par M. *Pigeaud*..................... 1091
— Sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle; par M. *Belzecki*...... 1016
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1203

ÉLECTRICITÉ.

— Électromètre à sextants et à aiguille neutre; par M. *Guinchant*.......... 851
— Frein synchronisant électromagnétique; par M. *Henri Abraham*........... 368
— Sur la variation de la différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes; par M. *Chanoz*. 1024
— Fabrication électrolytique de fils métalliques très fins; par M. *Henri Abraham*........................... 1444
— La mesure de la capacité des longs câbles sous-marins; par M. *Devaux-Charbonnel*...................... 1582
— Sur les phénomènes de l'arc chantant; par M. *A. Blondel*................ 1680
— Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux; par M. *André Broca*....... 1677
Voir *Diélectriques, Haute fréquence, Hydrologie, Ions dans les gaz, Ondes électriques, Physique biologique, Radioactivité, Rayons cathodiques, Spectroscopie, Thermoélectricité.*

Électricité atmosphérique. — Sur une photographie d'éclair montrant une incandescence de l'air; par M. *Em. Touchet*......................... 1031
Électricité médicale. — Action atrophique glandulaire des rayons X; par M. *Foveau de Courmelles*.......... 606
— Sur l'action nettement favorable des rayons X dans les adénopathies tuberculeuses non suppurées; par M. *J. Bergonié*....................... 889
— Sur une nouvelle méthode de protection contre les rayons de Röntgen; par M. *J. Bergonié*.................. 1566
— Méthode et appareil de dosage dans les applications médicales de l'électricité statique; par M. *L. Benoist*......... 1106
Voir *d'Arsonvalisation, Physique biologique.*
Électrodynamique. — Champ magnétique auquel est soumis un corps en mouvement dans un champ électrique; par M. *H. Pellat*..................... 229
— Sur la dynamique de l'électron; par M. *H. Poincaré*.................. 1504
Électrolyse. — Sur l'électrolyse d'acides organiques au moyen du courant alternatif; par MM. *Joseph Petit* et *André Brochet*......................... 442
— Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique; par MM. *André Brochet* et *Joseph Petit*.. 655
— Réduction électrolytique des acides nitrocinnamiques; par M. *C. Marie* ... 1248
Embryologie. — Les phénomènes histogéniques de la reproduction asexuelle chez les Salmacines et les Filogranes; par M. *A. Malaquin*............... 1484
Énergétique biologique. — Sur la mesure de l'énergie disponible par un dynamomètre totaliseur-enregistreur; par M. *Charles Henry*............ 809
— Sur le problème dit du *travail statique;* essai de dissociation des énergies mises en jeu; par M. *Ernest Solvay*.. 1362
— Sur le problème dit du *travail statique:* démarrage; considérations générales; par M. *Ernest Solvay*............. 1721
Équations différentielles. — Sur les équations du type parabolique; par M. *S. Bernstein*.................. 137
— Sur les équations aux dérivées partielles du type elliptique; par M. *S. Bernstein*........................... 1440
— Sur l'approximation des fonctions par des polynomes dans ses rapports avec la théorie des équations aux dérivées partielles; application au problème de l'état initial en Physique mathématique; par M. *A. Buhl*............ 216
— Sur les équations différentielles du se-

Pages.

cond ordre renfermant un paramètre; par M. *G. Tzitzéica*........ 223 et 492
— Sur l'équation différentielle

$$y'' + \lambda A(x) y = 0;$$

par M. *Max Mason*............... 1086
— Sur les équations différentielles linéaires du second ordre à solution périodique; par M. *Maxime Bocher*...... 928
— Sur les solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients monodromes; par M. *Ed. Maillet*............................. 357
— Sur les équations linéaires aux dérivées partielles; par M. *Hadamard*....... 425
— Sur l'intégration approchée des équations différentielles; par M. *Emile Cotton*.......................... 494
— Sur le problème de Monge; par M. *P. Zervos*......................... 1013
— Sur une solution du problème de Monge relatif à l'équation

$$f(dx_1, dx_2, \ldots, dx_n) = 0$$

à coefficients variables; par M. *Bottasso* 1579
ERRATA. — 112, 176, 276, 400, 616, 816, 1203, 1284, 1427, 1496, 1572, 1620, 1668, 1736.
ÉTHERS. — Sur la fixation directe des dérivés éthéroorganiques sur la liaison éthylénique des éthers-sels non saturés; par MM. *E.-E. Blaise* et *A. Courtot*......................... 370
— Sur la non-existence de deux dioximidobutyrates d'éthyle stéréoisomères; par MM. *L. Bouveault* et *A. Wahl*..... 438
— Sur l'éthérification de la glycérine; par M. *Marcel P.-S. Guédras*........... 1034
— Nouveau mode de préparation des éthers mésoxaliques. Leur condensation avec les éthers cyanacétiques; par M. *Ch. Schmitt*......................... 1400
— Action du sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse; par MM. *Bouveault* et *R. Locquin*.................... 1593
ÉTINCELLE. — Sur une méthode simple pour l'étude des étincelles oscillantes; par M. *G.-A. Hemsalech*.......... 1103
— Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes; par M. *G.-A. Hemsalech*.................... 1322
EXPLORATION. — Télégramme adressé de Puerto-Madryn; par M. *Jean Charcot*. 617
EXPLOSIFS. — Voir *Dynamique des gaz, Poudres*.

F

FARINES. — Voir *Chimie analytique*.
FER. — Epaisseur des lames transparentes de fer; par M. *L. Houllevigue*....... 428
— Propriétés optiques du fer ionoplastique; par M. *Houllevigue*............... 1093
Voir *Chimie inorganique*.
FLORE TROPICALE. — Une Bignoniacée à gomme de Madagascar; par M. *Henri Jumelle*......................... 170
— Deux *Dalbergia* à palissandre de Madagascar; par M. *Henri Jumelle*.... 451
— Une nouvelle Euphorbe à caoutchouc; par M. *Henri Jumelle*............ 1047
— Deux lianes caoutchoutifères méconnues; par M. *E. de Wildeman*..... 515
FLUORESCENCE. — Sur la fluorescence; par M. *C. Camichel*.................. 139
FONCTIONS. — Sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles; par M. *Maurice Fréchet*............... 27
— La notion d'écart dans le Calcul fonctionnel; par M. *Maurice Fréchet*.... 772
— Sur l'intégrale de Poisson et les lignes singulières des fonctions analytiques; par M. *P. Fatou*.................. 359
— Sur le genre des fonctions entières; par M. *Eugène Fabry*................ 1010
— Sur l'interpolation des fonctions continues par des polynomes; par M. *Martin Krause*...................... 1442
— Sur les zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini; par M. *Ed. Maillet*.......................... 300
— Sur les fonctions d'une infinité de variables; par M. *Maurice Fréchet*.... 567
FORCE CENTRIFUGE. — Au sujet de la déviation des corps dans la chute libre; par M. *de Sparre*................. 33
— Sur la déviation des graves vers le sud et sur la courbure des lignes de force; par M. *Maurice Fouché*........... 226
— Sur la déviation des corps dans la chute

Pages.
libre; par M. *de Sparre*.......... 363
— Sur la déviation des graves; par M. *Maurice Fouché*.......................... 427
FROTTEMENT. — Sur le frottement de glissement; par M. *L. Lecornu*......... 635
— Sur les lois du frottement de glissement; par M. *Paul Painlevé*........ 702
— Sur la loi de Coulomb; par M. *L. Lecornu*............................ 847

G

GÉODÉSIE. — Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Equateur; par M. *H. Poincaré*.. 998
Voir *Magnétisme terrestre*.

GÉOLOGIE.

— *Errata* relatifs à une Communication du 26 décembre 1904 sur les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger; par M. *de Lamothe*.................... 276
— Sur la relation des phénomènes erratiques avec le modelé des hautes vallées glaciaires; par M. *Paul Girardin*. 397
— Existence d'une faune saumâtre dans les sables de l'argile plastique d'Issy (Seine); par M. *L. Cayeux*......... 1728
— Sur le niveau diatomifère du ravin des Egravats, près le mont Dore (Puy-de-Dôme); par M. *Lauby*............. 268
— Le bassin houiller de la Lorraine française; par M. *Francis Laur*......... 267
— Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle); par M. *R. Zeiller*.............................. 837
— Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle; par M. *C. Cavallier*.............................. 893
— Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle; par M. *R. Nicklès*...... 896
— Découverte de la houille exploitable en Lorraine française; par M. *Francis Laur*............................ 898
— Le grisou aux sondages de Lorraine; par M. *Francis Laur*.............. 1568
— Sur la tectonique de la région située au nord de la montagne Noire; par M. *Jules Bergeron*................. 466
— Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Bruges (Hérault); par M. *René Nicklès*.............................. 329
— Sur la formation de la grotte de Rochefort (Belgique) et sur la théorie des effondrements; par M. *E.-A. Martel*. 1661
— Sur l'âge du granite des Alpes occidentales et l'origine des blocs exotiques cristallins des Klippes; par M. *C.-G.-S. Sandberg*...................... 1072
— Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont; par MM. *Maurice Lugeon* et *Emile Argand*....... 1364
— Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord; par MM. *L. Duparc* et *F. Pearce*............... 333
— La formation charbonneuse sénonienne des Balkans; par M. *L. de Launay*... 609
— Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger; par M. le général *de Lamothe*. 1613
— Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au nord-ouest du Chott el Hodna; par M. *Savornin*........... 155
— Sur l'extension des mers crétacées en Afrique; par M. *A. de Lapparent*.... 349
— Sur la constitution du Djebel Hadid (Maroc occidental); par M. *Paul Lemoine*.......................... 393
— Sur une coupe géologique du Haut-Atlas, dans la région du Glaoui (Maroc); par M. *Paul Lemoine*.............. 690
— Les régions volcaniques traversées par la Mission marocaine; par MM. *F. Foureau* et *Louis Gentil*........... 1200
— Sur la présence des schistes à Graptolithes dans le Haut-Atlas marocain; par M. *Louis Gentil*.................... 1659
— Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène à Tétouan (Maroc); par MM. *Louis Gentil* et *A. Boistel*..... 1725
— Sur l'existence de schistes à Graptolithes, à Haci-el-Khenig (Sahara central); par M. *G.-B.-M. Flamand*... 954
— Sur les terrains éocènes dans le Maroc occidental; par M. *A. Brives*....... 395
— Sur les dépôts de l'Éocène moyen du Sénégal; par M. *S. Chautard*....... 744
— Sur la présence du Carbonifère moyen et supérieur dans le Sahara; par

Pages.
M. *Émile Haug* 957
— Observations géologiques recueillies par la Mission Chari-Lac Tchad ; par M. *H. Courtet* 160
— Sur l'existence et la situation tectonique anormale de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie ; par MM. *J. Deprat* et *M. Piroutet* 158
Voir *Chimie agricole, Géologie, Hydrologie, Minéralogie, Nappes de charriage, Paléontologie.*

GÉOMÉTRIE. — Sur la généralisation d'un théorème élémentaire de Géométrie ; par M. *H. Poincaré* 113
— Sur les surfaces de Voss de la Géométrie non-euclidienne ; par M. *Alphonse Demoulin* 1226
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1572
— Principes de Géométrie anallagmatique et de Géométrie réglée intrinsèques ; par M. *Alphonse Demoulin* 1526
— Sur quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité ; par M. *Émile Picard* 117
— Sur les surfaces algébriques irrégulières ; par M. *Federigo Enriques* 133
— Sur les intégrales des différentielles totales appartenant à une surface irrégulière ; par M. *G. Castelnuovo* 220
— Sur la totalité des courbes tracées sur une surface algébrique et sur les intégrales de Picard attachées à la surface ; par M. *Francesco Severi* 361
— Sur la dépendance entre les intégrales de différentielles totales de première et de seconde espèce d'une surface algébrique ; par M. *Emile Picard*.... 915
— Sur les surfaces algébriques de genre zéro ; par M. *Federigo Enriques*..... 564
— Le théorème d'Abel sur les surfaces algébriques ; par M. *Francesco Severi*. 926
— Sur une surface hyperelliptique ; par M. *E. Traynard* .... 218 et 931
— Sur les familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes ; par M. *S. Carrus* 208
— Note sur la Communication précédente ; par M. *Gaston Darboux* 211
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1496
— Familles de Lamé à trajectoires orthogonales planes. Familles de surfaces à lignes de courbures planes ; par M. *S. Carrus* 562
— Sur les trajectoires orthogonales d'une famille de surfaces ; par M. *G. Darboux* 618
— Des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution ; par M. *G. Darboux* 697
— Sur la recherche des surfaces isothermiques ; par M. *L. Raffy* 1672
— Sur les courbes minima ; par M. *E. Vessiot* 1381

H

HAUTE FRÉQUENCE. — Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence ; par MM. *André Broca* et *Turchini* 1238
Voir *Diélectriques, Electricité.*
HÉMOGLOBINE. — Observation sur les bandes d'absorption de l'oxyhémoglobine ; par MM. *M. Piettre* et *A. Vila*. 390
— Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine ; par MM. *M. Piettre* et *A. Vila*. 685
— Spectroscopie du sang et de l'oxyhémoglobine ; par MM. *M. Piettre* et *A. Vila* 1060
— Sur la méthémoglobine ; par MM. *M. Piettre* et *A. Vila* 1350
— L'oxyhémoglobine de cobaye. Action des fluorures ; par MM. *M. Piettre* et *A. Vila* 1707
— Modification du spectre de la méthémoglobine par le fluorure de sodium ; par MM. *E. Derrien* et *J. Ville* 743
— Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine ; par MM. *E. Derrien* et *J. Ville* 1195
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1427
— Sur la méthémoglobine et sa combinaison fluorée ; par MM. *E. Derrien* et *J. Ville* 1549
— Sur la réduction de l'oxyhémoglobine ; par MM. *R. Lépine* et *Boulud* 993
HISTOLOGIE. — Sur quelques formes normales de l'amitose dans les épithéliums de revêtement des Mammifères ; par M. *Pacaut* 676

Pages.
— Contribution à l'étude des teintures histologiques; par MM. *G. Halphen* et *A. Riche*.................... 1408
— Sur l'affinité des matières colorantes artificielles pour le tissu conjonctif; par MM. *Curtis* et *P. Lemoult*...... 1606
Voir *Reproduction*.
Hydraulique. — Nouveau mode d'application du tube de Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression; par M. *H. Bellet*......... 1531
Hydrodynamique. — Sur la vidange des systèmes de réservoirs; par M. *Ed. Maillet*.......................... 712
Hydrologie. — Sur la source de Hammam Moussa près de Tor (Sinaï); par MM. *R. Fourtau* et *N. Georgiadès*....... 166
— Sur la cause de l'appauvrissement des sources dans les régions de plaines; par M. *Houllier*.................. 382
— Sur l'application de la thermométrie au captage des eaux d'alimentation; par M. *E.-A. Martel*................. 607
— Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre de 1905; par MM. *F. Launay* et *E. Maillet*................ 1616
— Résultats d'une année d'étude de la conductibilité électrique de l'eau du Rhône à Lyon; par M. *M. Chanoz*......... 748
Voir *Bactériologie*.
Hystérésis. — Hystérésis magnétique aux fréquences élevées dans le nickel et les aciers au nickel; par MM. *Ch.-Eug. Guye* et *A. Schidlof*................ 369
— De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant; par M. *P. Duhem*.. 1216
— De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. Comparaison entre la théorie et l'expérience; par M. *P. Duhem*............................ 1370

I

Insectes. — Sur les glandes (salivaires, céphaliques et métathoraciques) de quelques Hémiptères; par M. *L. Bordas*........................ 595
— Variations subies par le glucose, le glycogène, la graisse et les albumines solubles au cours des métamorphoses des vers à soie; par MM. *C. Vaney* et *F. Maignon*..................... 1192
— Influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombyx mori* aux dernières périodes de son évolution. Localisation du glycogène, des graisses et des albumines solubles au cours de la nymphose; par MM. *C. Vaney* et *F. Maignon*............................ 1280
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1428
— Un ennemi du café au Tonkin. Le *Xylotrechus* du bambou sec; par M. *Louis Boutan*.......................... 1654
Voir *Chimie physiologique*.
Ions dans les gaz. — Sur les ions de l'atmosphère; par M. *P. Langevin*...... 232
— Sur un magnétisme des ions de l'atmosphère; par MM. *P. Langevin* et *M. Moulin*.......................... 305
— Enregistreur à écoulement liquide de l'ionisation atmosphérique; par M. *Charles Nordmann*............. 430
— Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes; par M. *Pierre Massoulier*........... 234, 647 et 1023
— Sur la conductibilité des gaz issus d'une flamme; par M. *Eugène Bloch*...... 1327
Voir *Radioactivité*.

L

Lait. — Sur l'*oïdium lactis* et sur la maturation de la crème et des fromages; par M. *J. Arthaud-Berthet*......... 1475
— Sur l'*oïdium lactis* et la maturation de la crème et des fromages; par M. *P. Mazé*.............................. 1612
Voir *Physique appliquée*.
Leucine. — Soudure de la leucine naturelle à l'acide carbamique; par MM. *Albert Morel* et *Hugounenq*............... 150

Pages.
— Sur la carbimide de la (*l*) leucine naturelle; par MM. *Albert Morel* et *Hugounenq* 505
— Sur les urées substituées de la leucine (*l*) naturelle; par MM. *Albert Morel* et *Hugounenq* 859
LUMINESCENCE. — Luminescence de l'acide arsénieux; par M. *Guinchant* 1101
— Sur la triboluminescence de l'acide arsénieux; par M. *Guinchant* 1170
— Sur la lumière émise par les cristaux d'acide arsénieux; par M. *D. Gernez* 1134
— Sur la triboluminescence du sulfate de potassium; par M. *D. Gernez* 1234
— Triboluminescence des composés métalliques; par M. *D. Gernez* 1337
LUNE. — Voir *Éclipses*.

M

MAGNÉTISME. — Sur les coefficients d'aimantation spécifique des liquides; par M. *Georges Meslin* 237
— Sur l'ionisation et le coefficient d'aimantation des solutions aqueuses; par M. *Georges Meslin* 1329
— Sur le coefficient d'aimantation du bismuth et sur quelques points de repère dans l'échelle diamagnétique; par M. *Georges Meslin* 499
— Sur le diamagnétisme du bismuth; par M. *A. Leduc* 1022
— Sur le coefficient d'aimantation spécifique et la susceptibilité magnétique des sels; par M. *Georges Meslin* 782
— Propriétés de la pyrrhotine dans le plan magnétique; par M. *Pierre Weiss* ... 1332
— Propriétés magnétiques de l'élément simple de la pyrrhotine; par M. *Pierre Weiss* 1532
— La pyrrhotine, ferromagnétique dans le plan magnétique et paramagnétique perpendiculairement à ce plan; par M. *Pierre Weiss* 1587
— De l'influence de la concentration sur les propriétés magnétiques des solutions de cobalt; par M. *P. Vaillant* .. 1632
— Appareil et méthode de mesure des coefficients d'aimantation; par M. *Georges Meslin* 1683
Voir *Hystérésis*.
MAGNÉTISME TERRESTRE. — Sur la valeur des éléments magnétiques au 1er janvier 1905; par M. *Th. Moureaux* ... 107
— Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive; par le R. P. *Colin* 1219
— Observations magnétiques à Tananarive; par le R. P. *Colin* 1521
Voir *Séismes*.
MAMMIFÈRES. — Sur quelques points de l'anatomie des organes mâles des Édentés tardigrades et sur leurs moyens de fixation; par M. *Rémy Perrier* 1054
Voir *Histologie*.

MATHÉMATIQUES.

— Sur un théorème de M. *Borel*; par M. *F. Riesz* 224
— Sur une propriété des ensembles fermés; par M. *Émile Borel* 298
— Sur les sous-groupes invariants d'indice p^2; par M. *G.-A. Miller* 32
— Sur quelques points de la théorie des nombres; par M. *Georges Rémoundos*. 135
— Sur quelques points de la théorie des nombres et de la théorie des fonctions; par M. *Georges Rémoundos* 1231
— Sur les fractions continues algébriques de Laguerre; par M. *R. de Montessus de Ballore* 1438
— Sur l'équation indéterminée

$$x^a + y^a = b z^a;$$

par M. *Ed. Maillet* 1229
Voir *Analyse, Fonctions, Géométrie*.

MÉCANIQUE.

— Sur les forces donnant lieu à des trajectoires coniques; par M. *Cyparissos Stéphanos* 1318
— Sur la dynamique du point et du corps invariable, dans le système énergétique; par MM. *Eugène* et *François Cosserat* 932
— Sur un nouvel embrayage; par M. *Hérisson* 365
— Sur un nouvel embrayage; par MM. le

Pages.
duc *de Guiche* et *Henri Gilardoni*.. 1132
— Sur le mode de fonctionnement du différentiel des automobiles; par M. *A. Petot*.......... 497
Voir *Chemins de fer, Dynamique des gaz, Frottement, Hydrodynamique.*

MÉDECINE. — Traitement du cancer cutané par le radium; par MM. *Jules Rehns* et *Paul Salmon*.......... 1723
Voir *Anesthésie, Électricité médicale, Parasites, Pathologie, Trypanosomes.*
MÉMOIRES PRÉSENTÉS. — Probabilités continues du troisième genre; par M. *L. Bachelier*.......... 295
— Sur la construction d'une machine multiplicatrice rapide; par M. *Gustave Lamare*.......... 923
— Sur la solution du problème de Panama; par M. *Ph. Bunau-Varilla*... 1224
— Oscillations des locomotives sous l'action de diverses forces perturbatrices; par M. *Georges Marié*.......... 1435
MENTHOL. — Sur une synthèse de la menthone et du menthol; par MM. *A. Haller* et *C. Martine*.......... 130
— Sur les β-méthyl-ε-alcoylcyclohexanones et les alcools correspondants, homologues de la menthone et du menthol; par M. *A. Haller*......... 127
— Sur une nouvelle méthode de synthèse de dérivés alcoylés de certains alcools cycliques saturés. Préparation d'homologues du menthol; par MM. *A. Haller* et *F. March*.......... 474
— Étude des 1-méthyl-4-benzyl-cyclohexanols et 1-méthyl-4-dibenzylcyclohexanols; par MM. *A. Haller* et *F. March*.......... 624
— Sur les menthones et menthols obtenus par la réduction de la pulégone par l'action catalytique du nickel réduit; par MM. *A. Haller* et *C. Martine*... 1298
— Thymomenthol et dérivés; par M. *Léon Brunel*.......... 252
— Sur la menthone dérivée des hexahydrothymols; par M. *Léon Brunel*.... 792
MÉTALLURGIE. — Influence de la vapeur d'eau sur la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique; par M. *O. Boudouard*.......... 40
MÉTÉOROLOGIE. — Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco, en 1904; par M. *H. Hergesell*.......... 331
— Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le Prince de Monaco, au mois d'avril 1905; par M. *H. Hergesell*.......... 1569
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1668
— Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère; par M. *L. Teisserenc de Bort*.......... 467
— Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc; par M. *A. Hansky*.......... 422
— Observations actinométriques au sommet du mont Blanc, en 1904; par M. *A. Hansky*.......... 1008
— Le cercle de Bishop de la Montagne Pelée de la Martinique; par M. *F.-A. Forel*.......... 694
— Sur un halo extraordinaire observé à Paris; par M. *Louis Besson*.......... 959
— Sur un halo extraordinaire; par M. *Pernter*.......... 1367
— Sur l'action des canons paragrêles; par M. *J. Violle*.......... 342
Voir *Éclipses, Électricité atmosphérique.*
MÉTHYLCYCLOHEXANE. — Sur les trois méthylcyclohexanones et les méthylcyclohexanols correspondants; par MM. *Paul Sabatier* et *Alp. Mailhe*.. 350
— Sur les dérivés substitués du méthylcyclohexane; par MM. *Paul Sabatier* et *Alp. Mailhe*.......... 840
Voir *Chimie organique, Menthol.*
MICROGRAPHIE. — Application du microscope à l'examen du caoutchouc; par M. *Pierre Breuil*.......... 1142

MINÉRALOGIE. PÉTROGRAPHIE.

— Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder; par M. *A. Lacroix*.. 22
— *Errata* relatifs à cette Communication. 112
— Les roches éruptives basiques de la Guinée française; par M. *A. Lacroix*. 410
— Conclusions à tirer de l'étude des enclaves homœogènes pour la connaissance d'une province pétrographique. Santorin; par M. *A. Lacroix*.......... 971
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1203

Pages.

— Les carbonates basiques de magnésie de l'éruption de Santorin, en 1866; par M. *A. Lacroix*.................... 1308
— Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne; par MM. *L. Gentil* et *F. Foureau*.............. 46
— Sur quelques minéraux du Djebel-Ressas (Tunisie); par M. *L. Jecker*..... 1410
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1496
— Contribution à l'étude chimique des sols, des eaux et des produits minéraux de la région du Chari et du lac Tchad; par M. *Alexandre Hébert*.......... 163
— Les sels de la région du Tchad; par M. *H. Courtet*..................... 316
— Étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo; par MM. *H. Moissan* et *F. Osmond*..................... 71
— Étude du siliciure de carbone de la météorite de Cañon Diablo; par M. *H. Moissan*......................... 405
— Sur le fiedlerite; par M. *A. de Schulten*. 315
— Sur l'extension des roches alcalines dans le bassin de l'Aouache; par M. *H. Arsandaux*........................ 449
— Sur les météorites d'Amana; par M. *G.-D. Hinrichs*..................... 545
— Sur l'uniformité de composition des météorites d'Amana; par M. *G.-D. Hinrichs*........................... 612
— Sur la présence de *nouméite* à l'état détritique dans l'Éocène néo-calédonien; par M. *Deprat*.............. 1471
— Sur la gladkaïte, une nouvelle roche filonienne dans la dunite; par MM. *L. Duparc* et *F. Pearce*.............. 1614
Voir *Agronomie, Cristallographie, Géologie, Radioactivité.*

Mollusques. — Sur quelques faits relatifs au développement du rein des Élasmobranches; par M. *I. Borcéa*......... 672
— La constitution de l'arête ligamentaire et l'évolution du ligament chez les Acéphales actuels analogues aux Rudistes (*Aetheriidæ*); par M. *R. Anthony*........................... 948
Muscles. — Caractères des muscles polygastriques; par M. *J. Chaine*....... 593
— Observations sur les intersections tendineuses des muscles polygastriques; par M. *J. Chaine*................. 1419
— Terminaison des nerfs moteurs dans les muscles striés de l'homme; par M. *R. Odier*......................... 1361
— Variation de la pression osmotique dans le muscle par la contraction; par M. *Stéphane Leduc*................ 1190
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1427
Voir *Energétique biologique.*

N

Nappes de charriage. — Sur le rôle des charriages dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège; par M. *Léon Bertrand*............... 542
— Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont; par MM. *Maurice Lugeon* et *Émile Argand*............................ 1364
— Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont; par MM. *Maurice Lugeon* et *Émile Argand*......................... 1491
— Sur le rôle possible des charriages en métallogénie; par M. *L. de Launay*. 952
Navigation. — Résistance de l'eau à la translation des navires. Carènes de moindre résistance; par M. le vice-amiral *Fournier*.................. 48
— Sur la giration des navires; par M. *E. Bertin*.......................... 337
— Sur le principe des navires à flottaison cellulaire; par M. *Bertin*........... 1077
Nerfs. — Voir *Chimie physiologique, Muscles, Physique biologique.*
Nitriles. — Voir *Amines, Chimie organique.*
Nominations. — M. van't Hoff est élu Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *W. Gibbs*........................... 844
— M. Louis Henry est élu Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Williamson*.......... 1313

O

Pages.
OBSERVATOIRES. — Présentation de trois Volumes des *Annales de l'Observatoire de Nice*; par M. *Bassot*...... 198
OCÉANOGRAPHIE.— Relation entre la densité et la salinité des eaux de mer; par M. *A. Chevallier*...... 902
— Sur la campagne de la *Princesse-Alice;* par S. A. S. le Prince *de Monaco*... 1373
OPTIQUE. — Franges d'interférence produites par le système de deux miroirs perpendiculaires entre eux; par M. *G. Lippmann*...... 21
Voir *Absorption, Astronomie, Fer, Phosphorescence, Photographie, Pouvoir rotatoire, Radioactivité, Spectroscopie.*
OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — Sur le mécanisme de l'accommodation; par MM. *H. Bertin-Sans* et *J. Gagnière*...... 387
— Sur les variations d'éclat et les éclipses totales des images primaires formées sur la rétine par de très faibles sources lumineuses de valeur constante; par M. *A. Chauveau*...... 761
— Le conflit de l'image primaire et de l'image accidentelle, appliqué à la théorie de l'inévitable variabilité des impressions rétiniennes qu'excitent les objets éclairés par des sources lumineuses de valeur constante; par M. *A. Chauveau*...... 984
— Sur l'alternance des éclipses et des éclats des objets faiblement éclairés; par M. *Th. Lullin*...... 1059
— Du contraste simultané des couleurs; par M. *A. Polack*...... 1563
OSMOSE. — Osmose à travers des tubes en silice; par M. *G. Belloc*...... 1253
Voir *Chimie générale, Muscles.*

P

PALÉONTOLOGIE. — L'Homme et le Mammouth à l'époque quaternaire sur l'emplacement de la rue de Rennes; par M. *Capitan*...... 168
— Les Lions des cavernes; par M. *Marcellin Boule*...... 547
— Examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois; par M. *H. Mansuy*...... 692
— Les découvertes paléontologiques de *M. de Morgan*, en Perse; par M. *Douvillé*...... 891
— L'évolution des Mammifères tertiaires, méthodes et principes; par M. *Charles Depéret*...... 1517
— Sur l'évolution des Mammifères fossiles; par M. *Marcellin Boule*...... 1662
— Sur l'origine des éolithes; par M. *Marcellin Boule*...... 1729
— Figuration du Lion, de l'Ours des cavernes et du Rhinocéros sur les parois des grottes par l'homme de l'époque du Renne; par MM. *Capitan, Breuil* et *Peyrony*...... 1731
Voir *Géologie.*
PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot.; par M. *Grand'Eury*... 920
— Sur les *Rhabdocarpus*, les graines et l'évolution des Cordaïtées; par M. *Grand'Eury*...... 995
PARASITES. — Du mode de fixation dorsale du *Lernœenicus Sprattœ* sur son hôte; par M. *Marcel Baudouin*...... 326
— *Eumedon convictor*, Crabe commensal d'un Oursin; par MM. *E.-L. Bouvier* et *G. Seurat*...... 629
— Sur un Polynoïdien (*Lepidasthenia Digueti*, nov. sp.) commensal d'un Balanoglosse du golfe de Californie; par M. *Ch. Gravier*...... 875
— Sur la dénomination de l'agent présumé de la syphilis; par M. *Paul Vuillemin*. 1567
— Sur la biologie et l'anatomie des suçoirs de l'*Osyris alba*; par M. *A. Fraysse*. 270
— Sur le parasitisme de l'*Osyris alba*; par M. *A. Fraysse*...... 318
— Pseudo-hématozoaires endoglobulaires; par M. *A. Leveran*...... 1211
Voir *Champignons, Trypanosomes.*
PATHOLOGIE. — Existence du rachitisme intra-utérin; par MM. *Charrin* et *Le*

Pages.
Play 327
— Myélites par toxines tuberculeuses; par M. *E. Clément* 392
— Différentes sortes d'otites scléreuses; par M. *Marage* 603
— L'aire cardiaque chez les tuberculeux guéris; par M. *H. Guilleminot* 811
— Sur un cas d'ostéomalacie ayant déterminé des déformations extrêmes du squelette et terminé par une rétrocession spontanée des lésions; par M. *P. Berger* 886
— Variations des processus morbides suivant la composition des organes; par MM. *Le Play* et *Charrin* 531
— Reproduction expérimentale de la lèpre chez le singe; par M. *Charles Nicolle*. 539
— Reproduction expérimentale du cancer chez l'homme; par M. *Mayet* 1487
Voir *Électricité médicale, Médecine, Parasites, Thérapeutique, Trypanosomes.*
PATHOLOGIE ANIMALE. — Sur un cas de transmission par les ixodes de la spirillose et de la piroplasmose bovines; par MM. *A. Laveran* et *Vallée* 1515
Voir *Trypanosomes.*
— Sur la *maladie* des jeunes chiens; par M. *H. Carré* 689
— Sur la *maladie* des chiens; par M. *H. Carré* 1489
— Action pathologique du *Stearophora radicicola* sur les animaux; par MM. *Charrin* et *Le Play* 1480
PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — La *rouille blanche* du tabac ou maladie de la mosaïque; par M. *Georges Delacroix* 678
— Sur une pourriture bactérienne des choux; par M. *Georges Delacroix* ... 1356
Voir *Cultures, Viticulture.*
PÉTROGRAPHIE. — Voir *Minéralogie.*
PHOSPHORESCENCE. — De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures; par M. *F.-P. Le Roux* 84
— De l'action des très basses températures sur la phosphorescence des sulfures. Rappel d'un Mémoire de MM. A. et L. Lumière; par M. *F.-P. Le Roux* 239
— Sur la phosphorescence du phosphore; par M. *E. Jungfleisch* 444
PHOTOGRAPHIE. — Sur l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclairements; par M. *G.*

Pages.
Gutton 573
— Sur la cause du silhouettage photographique; par M. *A. Guébhard* 715
— *Errata* relatifs à cette Communication. 816
— Sur le silhouettage photographique. Réponse à la Note de M. *A. Guébhard*; par M. *P. Villard* 785
— Sur l'identité de cause du silhouettage blanc et du silhouettage noir; par M. *A. Guébhard* 1334
— Sur l'irradiation tangentielle; par M. *A. Guébhard* 1446
— Photographies en couleur du spectre négatives par transmission; par M. *G. Lippmann* 1508
Voir *Rayons* N, *Topographie.*

PHYSIOLOGIE.

— L'extension des états fonctionnels de l'oreillette au ventricule se fait-elle par voie musculaire ou par voie nerveuse? par M. *H. Kronecker* 529
— Sur le pouvoir sécréteur du rein; par MM. *Henri Lamy* et *André Mayer* .. 683
— Sur l'indépendance anatomique et fonctionnelle des lobes du foie; par M. *H. Sérégé* 804
— Physiologie de la rate (fonction biligénique); par MM. *Charrin* et *Moussu*. 1118
— Action du suc intestinal sur la sécrétion entérique; par M. *Albert Frouin* 1120
— Signification physiologique des cellules à nitrates chez les Mellifères solitaires; par M. *L. Semichon* 1715
— Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogene; par MM. *M. Doyon*, *A. Morel* et *N. Kareff* 800
— Exposé des travaux de l'Association de l'Institut Marey en 1904. Ouvrage offert par M. *Chauveau* 1378
Voir *Anesthésie, Chimie physiologique, Energétique biologique, Hémoglobine, Muscles, Physique physiologique, Respiration, Reproduction.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Recherche sur la radioactivité végétale; par M. *Paul Becquerel* 54
— De l'action qu'exercent les basses températures sur les zoospores des Algues;

Pages.
par M. *E.-C. Teodoresco*.......... 522
— Action de l'air liquide sur la vie de la graine; par M. *Paul Becquerel*...... 1652
— Action de l'éther et du chloroforme sur des graines sèches; par M. *Paul Becquerel*.......................... 1049
— Sur les effets de la décortication annulaire; par M. *Leclerc du Sablon*..... 1553
— Assimilation chlorophyllienne en l'absence d'oxygène; par M. *Jean Friedel*. 169
— L'assimilation chlorophyllienne chez les jeunes pousses des plantes; applications à la Vigne; par M. *Ed. Griffon*...... 1148

PHYSIQUE.

— Sur une formule fondamentale de la théorie cinétique; par M. *P. Langevin*.......................... 35
— Attraction observée entre gouttes liquides suspendues dans un liquide de même densité; par M. *V. Crémieu*.. 80
— Dispositif auto-amortisseur applicable aux mouvements pendulaire et oscillatoire; par M. *V. Crémieu*........ 1029
— Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre; par M. *P. Langevin*. 1171
— Le mouvement de la Terre et la vitesse de la lumière; par M. *M. Brillouin*... 1674
Voir *Acoustique, Chaleur, Poids atomiques et moléculaires.*

Physique appliquée. — Emploi des centrifugeurs pour l'analyse des cacaos et des chocolats; par MM. *F. Bordas* et *Touplain*........................ 1098
— Nouvelle méthode d'analyse rapide du lait; par MM. *F. Bordas* et *Touplain*. 1099
— Avertisseur de la présence des gaz d'éclairage ou du grisou; par MM. *Hauger* et *Pescheux*.................. 1100
Physique biologique. — Sur les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire, en fonction de l'âge, chez le cobaye; par M. *J. Tribot*............................ 881
— Sur les chaleurs de combustion et la composition chimique des tissus nerveux et musculaire chez le cobaye en fonction de l'âge; par M. *J. Tribot*.. 1565
— De l'action du radium sur la torpille (*Torpedo marmorata*); par M. *Maurice Mendelssohn*................ 463
— Sur l'excitation des nerfs par les ondes électriques très brèves; par M. *Louis Lapicque*........................ 537
— Durée des processus d'excitation pour différents muscles; par M. et Mme *L. Lapicque*...................... 801
— Sur l'excitation des nerfs par le minimum d'énergie; application à l'électrodiagnostic; par M. *Cluzet*........ 1116

PHYSIQUE DU GLOBE.

Physique du Globe. — Sur une récente ascension au Vésuve; par M. *J. Janssen*............................ 200
— Note sur des phénomènes de capture de cours d'eau datant du XVIIe, du XVIIIe et du début du XIXe siècle, prouvés par des documents cartographiques; par M. *E. Fournier*....... 745
— Sur la marche de la solidification de la Terre; par M. *A. Leduc*........... 899
Voir *Astronomie, Météorologie, Océanographie, Séismes.*

Physique mathématique. — Voir *Absorption, Chaleur.*
Physique physiologique. — Voir *Acoustique physiologique, Optique physiologique.*
Poids atomiques et moléculaires. — Sur quelques densités de gaz et la précision qu'elles comportent; par M. *A. Leduc*.......................... 642
— Sur les poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote et la précision atteinte dans leur détermination; par M. *A. Leduc*.......................... 717
— Nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz liquéfiables à partir de leurs densités; poids atomiques des éléments constants : hydrogène, azote, argon, chlore, soufre, carbone; par M. *Philippe-A. Guye*.. 1241
— Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1^{atm} et la détermination de leurs poids moléculaires; par MM. *Adrien Jaquerod* et *Otto Scheuer*. 1384
— Poids atomique de l'azote déduit du rapport des densités de l'azote et de

Pages.
l'oxygène; par M. *Philippe-A. Guye.* 1386
— Sur la dilatation et la densité de quelques gaz à haute température. Application à la détermination de leurs poids moléculaires; par MM. *F.-Louis Perrot* et *Adrien Jaquerod* 1542
— Sur le poids atomique véritable de l'azote; par M. *G.-D. Hinrichs* 1590
POISONS ANIMAUX. — Voir *Toxiques.*
POISSONS. — Mesures respiratoires sur les poissons marins; par M. *J.-P. Bounhiol* 60
— Variations géographiques des Pleuronectides; par M. *A. Cligny* 526
— Le genre *Alabes* de Cuvier; par M. *Léon Vaillant* 1713
POUDRES. — Sur les pressions développées à chaque instant, en vase clos, par des poudres colloïdales de diverses formes; par M. *R. Liouville* 708
— Sur la relation qui existe entre la vitesse de combustion des poudres et la pression; par M. *R. Liouville* 1089
POUVOIR ROTATOIRE. — Influence de la fonction éthylénique dans une molécule active; par M. *J. Minguin* 946
— Dissociation des sels de strychnine, décelée par leur pouvoir rotatoire. Pouvoir rotatoire dans les séries homologues. Influence de la double liaison; par M. *J. Minguin* 243
— Exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques; par MM. *M. Desfontaines* et *A. Haller* 1205
PRESSION ARTÉRIELLE. — Voir *Anesthésie, d'Arsonvalisation.*
PROTOZOAIRES. — Phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies; par MM. *Caullery* et *F. Mesnil.* 1482
PYRANIQUE (SÉRIE). — Basicité de l'oxygène pyranique. Sels doubles halogénés de quelques métaux et de dinaphtopyryle; par MM. *R. Fosse* et *L. Lesage* 1402
— Phénols pyraniques; par MM. *A. Robyn* et *R. Fosse* 1538
— Sur quelques nouvelles substances azotées dinaphtopyraniques; par M. *A. Robyn* 1644

R

RADIOACTIVITÉ. — Sur un nouveau minéral radifère; par M. *J. Danne* 241
— Sur l'ionisation due à l'émanation du radium; par M. *William Duane* 581
— Sur l'ionisation produite entre deux plateaux parallèles par l'émanation du radium; par M. *William Duane* 786
— Action du bromure de radium sur la résistance électrique des métaux; par M. *Bronislaw Sabat* 644
— Sur le dichroïsme produit par le radium dans le quartz incolore et sur un phénomène thermo-électrique observé dans le quartz enfumé à stries; par M. *N. Egoroff* 1028
Voir *Médecine, Rayons cathodiques, Physiologie végétale, Physique biologique, Toxiques.*
RAPPORTS. — Voir *Géodésie.*
RAYONS CATHODIQUES. — Sur les propriétés radioactives photogéniques du corail calciné placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques; par M. *Gaston Séguy* 83
— Sur les rayons cathodiques émis par l'anode; par M. *E. Rogovsky* 575
RAYONS N. — A propos d'une prétendue démonstration de l'existence des rayons N par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé; par MM. *M. Chanoz* et *M. Perrigot* 86
Voir *Photographie.*
RAYONS X. — Variations de l'étincelle équivalente du tube à rayons X; par M. *S. Turchini* 649
— Sur les variations d'éclat données par un tube de Crookes; par M. *S. Turchini.* 1139
— Etude de la puissance radiographique d'un tube à rayons X; par M. *S. Turchini* 1325
REPRODUCTION. — Les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la Chèvre; par par MM. *P. Oceanu* et *A. Babes* ... 172
Voir *Embryologie, Toxiques.*
RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — Voir *Élasticité.*
RESPIRATION. — Le graphique respiratoire chez le nouveau-né; par MM. *L. Vallois* et *C. Fleig* 1422

S

Pages.
SÉISMES. — Sur le tremblement de terre de Lahore et les variations de l'aiguille aimantée à Paris; par M. *Th. Moureaux* ... 1073
— Sur le tremblement de terre du 29 avril 1905; par M. *E. Mascart* ... 1168
— Dépêche de M. *Paulin* relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble. 1201
— Dépêche de M. *Paulin* relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble. 1572
SOLEIL. — Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de $0^m,16$) pendant le quatrième trimestre de 1904; par M. *J. Guillaume* ... 420
— Sur une mesure de la hauteur de la couche renversante obtenue à l'aide de la grande lunette de l'observatoire du mont Blanc; par M. *Millochau* ... 354
— Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc; par M. *A. Hansky* ... 768
— Remarques sur la Note précédente de M. *A. Hansky*; par M. *J. Janssen*. 771
— Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales; par M. *H. Deslandres* ... 965
— *Errata* relatifs à cette Communication.. 1284
— La grande tache solaire de février 1905; par M. *Th. Moreux* ... 487
— Sur la constitution des taches solaires; par M. *Th. Moreux* ... 632
Voir *Éclipses, Spectroscopie*.
SOLENNITÉS SCIENTIFIQUES. — M. le *Maire de la ville de Lamarche* invite M. le Président de l'Académie à faire partie du Comité de patronage pour l'érection d'un monument au colonel Renard... 1225
SPECTROSCOPIE. — *Errata* relatif à une Communication du 26 décembre 1904 sur le groupe de bandes négatif de l'air; par M. *Deslandres* ... 176
— Sur les spectres des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique; par M. *Ch. Fabry* ... 578
— Sur un nouveau dispositif pour l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle; par M. *Ch. Fabry* ... 848
— Sur l'application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielle; par M. *Ch. Fabry* ... 1136
— Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression et nouveaux spectres de bandes du carbone; par MM. *H. Deslandres* et *d'Azambuja*. 917
— Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension; par MM. *J. de Kowalski* et *P. Joye* ... 1102
— Sur un spectre nouveau observé dans la gadoline; par M. *G. Urbain* ... 1233

T

TÉLÉGRAPHIE SANS FIL. — Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques; par M. *Edouard Branly* ... 777
— Appareil de télémécanique sans fil de ligne; par M. *Edouard Branly* ... 1676
THÉRAPEUTIQUE. — Sur l'action de l'acide formique dans les maladies à tremblements; par M. *E. Clément* ... 1198
Voir *Trypanosomes*.
THERMOCHIMIE. — Recherches thermochimiques sur la strychnine et sur la brucine; par MM. *Berthelot* et *Gaudechon* ... 753
— Observations sur les méthodes employées en calorimétrie et spécialement sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques; par M. *Berthelot* ... 1497
— Sur la chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium; par MM. *A. Guntz* et *Henry Basset* ... 863
— Chaleur de formation des oximes; par M. *Ph. Landrieu* ... 867
— Sur la combustion du soufre dans la bombe calorimétrique; par M. *H. Giran* ... 1704
THERMODYNAMIQUE. — Voir *Capillarité, Thermoélectricité*.
THERMOÉLECTRICITÉ. — Pouvoir thermoélectrique et effet Thomson; par M. *Ponsot*. 1585
Voir *Radioactivité*.

Pages.

THERMOMÉTRIE. — Thermomètre intégrateur; par M. *Ch. Féry* 367
— Sur la différence de température des corps en contact; par M. *E. Rozowski*. 1179
Voir *Hydrologie*.
TOPOGRAPHIE. — Sur une carte topographique d'une assez grande étendue levée en très peu de temps à l'aide de la Photographie; par M. *A. Laussedat*. 413
TOXIQUES (ACTIONS) DIVERSES. — Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins; par M. *C. Phisalix*.. 600
— Action du permanganate de calcium sur les toxines tétanique, diphtéritique et la tuberculine; par M. *J. Baudran*. 884
— Stérilité et alopécie chez des cobayes soumis à l'influence d'extraits ovariens de Grenouille; par M. *G. Loisel*..... 738
— Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte; par MM. *L. Camus* et *E. Gley*. 1717
— Sur la présence du venin dans les œufs de Vipère; par M. *C. Phisalix*...... 1719
— Sur l'antidote de la nicotine; par M. *C. Zalackas* 741
— Toxicologie du mercure-phényle; par *E. Louïse* et *F. Moutier*........... 1703
Voir *Alcaloïdes*.
TRAVAIL DU MUSCLE. — Voir *Energétique biologique*.
TRYPANOSOMES. — Trypanosomiases et tsétsé dans la Guinée française; par M. *A. Laveran*.................... 75
— Traitement mixte des Trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth; par M. *A. Laveran*............... 287
— Traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des infections dues au *Trypanosoma gambiense*; par M. *A. Laveran*... 1081
— Sur le Surra et sur la différenciation des Trypanosomiases; par MM. *A. Laveran* et *F. Mesnil*.............. 831
— L'infection du *Padda oryzivora* par le *Trypanosoma paddæ* n'a pas de rapport avec l'infection de cet oiseau par l'*Halteridium Danilewskyi*; par M. *Thiroux*....................... 109

V

VITICULTURE. — Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques employées dans la lutte contre le mildiou; par MM. *E. Chuard* et *F. Porchet*... 1354
Voir *Physiologie végétale*.
VOLCANS. — Voir *Météorologie, Physique du Globe*.

Z

ZOOLOGIE. — Voir *Annélides, Crustacés, Histologie, Insectes, Mammifères, Mollusques, Protozoaires, Physiologie*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.

ABRAHAM (Henri). — Frein synchronisant électromagnétique 368

— Fabrication électrolytique des fils métalliques très fins 1444

ALBERT DE MONACO (S. A. S. le Prince). — Expériences d'enlèvement d'un hélicoptère 1311

— Sur la campagne de la *Princesse-Alice*. 1373

— Fait hommage à l'Académie du fascicule XXVIII des Résultats de ses campagnes scientifiques : « Méduses provenant des campagnes des yachts *Hirondelle* et *Princesse-Alice* », par *Otto Maas* 207

— Fait hommage à l'Académie du fascicule XXIX des Résultats de ses campagnes scientifiques : « Mémoires océanographiques » (1re série), par *J. Thoulet*. 1378

— Fait hommage à l'Académie d'une Carte générale bathymétrique des océans... 1524

ALBERT-LÉVY et PÉCOUL (A.). — Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées 98

ALIX (Just) et BAY (Isidore). — Sur l'évolution du carbone dans les combustibles 377

ALVAREZ (Eugenio-Piñerúa). — Sur un nouveau réactif de potassium 1186

— Sur un nouveau composé osmieux et une réaction de l'osmium 1254

— Sur une réaction du rhodium 1341

— Sur un nouveau réactif de l'aconitine.. 1540

AMAGAT est élu membre de la Commission chargée de juger le Concours des Prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 1006

AMANN (Dom M.) et ROZET (Dom Cl.). — Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre 1904 297

ANDRÉ (G.). — Sur les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation 1417

— Sur les variations simultanées des acides organiques chez quelques plantes grasses 1708

ANTHONY (R.). — La constitution de l'arête ligamentaire et l'évolution du ligament chez les Acéphales actuels analogues aux Rudistes (*Aetheriidæ*). 948

APPELL est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix Francœur pour 1905 1006

— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905 1169

— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1908 1224

ARGAND (Émile) et LUGEON (Maurice). — Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont 1364

— Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont. 1491

ARSANDAUX (H.). — Sur l'extension des roches alcalines dans le bassin de l'Aouache 449

ARSONVAL (d') est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du baron Larrey, Bellion, Mèze, Dusgate, Serres pour 1905 1085

— Des prix Montyon (Physiologie expéri-

MM. Pages.
mentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905 ... 1169
ARTHAUD-BERTHET (J.). — Sur l'*oïdium lactis* et la maturation de la crème des fromages ... 1475
ASTRUC (A.). — Glycérophosphates de pipérazine ... 727
AUGER (V.). — Sur l'acide acétyl-lactique. 938
AZAMBUJA (d') et DESLANDRES (H.). — Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression et nouveaux spectres de bandes du carbone ... 917

B

BABÈS (A.) et OCEANU (P.). — Les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la chèvre ... 172
BACHELIER (L.) soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Probabilités continues du troisième genre » ... 295
BARBIERI (N.-A.). — Les cérébrines et l'acide cérébrique préexistent dans le tissu nerveux à l'exclusion du protagon ... 1551
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1620
BARROIS est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905 ... 1084
BASSET (Henry) et GUNTZ (A.). — Sur la chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium ... 863
BASSOT. — Présentation de trois Volumes des *Annales de l'Observatoire de Nice* ... 198
— Adresse de Nice une dépêche relative à la comète Giacobini ... 825
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey, pour 1905 ... 1006
— Des prix Gay, Tchihatchef pour 1905 .. 1006
BATTELLI (F.) et STERN (Mlle L.). — La philocatalase et l'anticalase dans les tissus animaux ... 1197
— Recherches sur le mode d'action de la philocatalase ... 1352
BAUD (E.). — Combinaisons du chlorure d'aluminium avec l'oxychlorure de carbone ... 1688
BAUDOUIN (Marcel). — Du mode de fixation dorsale du *Lernœenicus Sprattœ* sur son hôte ... 326
BAUDRAN (J.). — Action du permanganate de calcium sur les toxines tétaniques, diphtéritique et la tuberculine ... 884
BAY (Isidore). — Remarques sur la réaction de la diphénylamine avec l'acide nitrique ... 796
BAY (Isidore) et ALIX (Just). — Sur l'évolution du carbone dans les combustibles ... 377
BAZIN (Albert). — Théorie et imitation du vol à voile ... 1096
BECQUEREL (Henri) est élu membre de la Commission chargée de juger le Concours des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 ... 1007
BECQUEREL (Paul). — Recherche sur la radioactivité végétale ... 54
— Action de l'éther et du chloroforme sur les graines sèches ... 1049
— Action de l'air liquide sur la vie de la graine ... 1652
BELLENOUX (E.-S.). — L'azotate de calcium (ou nitrate de chaux) en Agriculture ... 1190
— Adresse une Note « Sur la culture de la Pomme de terre » ... 696
BELLET (H.). — Nouveau mode d'application du tube de Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression ... 1531
BELLOC (G.). — Osmose au travers des tubes en silice ... 1253
BELZECKI. — Sur l'équilibre d'élasticité des voûtes en arc de cercle ... 1016
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1203
BENNETT (G.-T.) adresse à l'Académie une lettre relative à un théorème sur la transformation d'un mouvement de rotation autour d'un axe en un mouvement de rotation autour d'un autre axe ... 275
BENOIST (L.). — Méthode et appareil de dosage dans les applications médicales de l'électricité statique ... 1106
BERGER (P.) — Sur un cas d'ostéomalacie ayant déterminé des déformations extrêmes du squelette et terminé par une rétrocession spontanée des lésions. 886

MM. Pages.

BERGERON (Jules). — Sur la tectonique de la région situé au nord de la Montagne-Noire ... 466

BERGET (A.). — Sur un mode de visée des surfaces larges de mercure ... 79

BERGONIÉ (J.). — Sur l'action nettement favorable des rayons X dans les adénopathies tuberculeuses non suppurées. 889

— Sur une nouvelle méthode de protection contre les rayons de Röntgen ... 1566

BERNARD (Ch.). — A propos de l'assimilation en dehors de l'organisme ... 569

BERNARD (Noel). — Nouvelles espèces d'endophytes d'Orchidées ... 1272

BERNSTEIN (S.). — Sur les équations du type parabolique ... 137

— Sur les équations aux dérivées partielles du type elliptique ... 1440

BERTHELOT. — Nouvelles recherches sur les altérations séculaires des substances hydrocarbonées d'origine organique ... 177

— Quelques métaux trouvés dans les fouilles archéologiques en Égypte ... 183

— Sur les vases de silice fondue; leur emploi en Chimie ... 817

— Sur les vases de silice fondue; leur perméabilité ... 821

— Sur l'emploi du tube chaud et froid dans l'étude des réactions chimiques .. 905

— Nouvelles recherches sur la combinaison chimique ... 1153

— Sur la perméabilité des tubes de silice fondue ... 1159

— Perméabilité des vases de verre ... 1286

— Observations sur les méthodes employées en calorimétrie et spécialement sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques ... 1497

— Fait hommage à l'Académie de la deuxième édition de son « Traité pratique de Calorimétrie chimique » ... 1168

— Fait hommage à l'Académie de son Ouvrage « Science et libre-pensée ». 1631

— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 ... 1007

— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905 ... 1169

— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 ... 1169

MM. Pages.

— Du prix Wilde pour 1905 ... 1169

— Du prix Saintour pour 1905 ... 1169

— Des prix Jecker, Cahours, Montyon, (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905 ... 1084

— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908 ... 1225

— De prix Vaillant pour 1909 ... 1225

— De prix Alhumbert pour 1910 ... 1225

— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le Tome CXXXVIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat, 753. — Présente le Tome II des *Œuvres de Laguerre*, 486. — Signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : — La bobine d'induction, par M. *H. Armagnat*, 27. — Laboratoire scientifique international du mont Rosa. Travaux de l'année 1903, publiés par M. *A. Mosso*, 486. — Accumulateurs électriques, par M. *L. Jumau*, 487. — Nouvelles Tables d'intérêts composés et d'annuités, etc., par *F. Vintéjoux*, 632. — La Chimie minérale, ses relations avec les autres sciences, par M. *H. Moissan*, 924. — Les trois premiers fascicules de la « Revista de Chimica pura e applicada », fondée par le professeur *A.-J. Ferreira da Silva*, 924. — Les principes de la Mécanique, par M. *F. Wickersheimer*, 1132. — « Icones fungorum ad usum Sylloges Saccardianæ adcommodatæ, auctore *A. N. Berlese* », 1225. — Le opere di *Galileo Galilei*, volume XV. — Éléments de Physiologie, par *F. Laulanié*. — Les récents progrès de la Chimie, 1313. — The norvegian north polar expedition scientific results, 1893-1896. — Le four électrique, par *Adolphe Minet*, 1437. — Dix années d'observations météorologiques, à Sèvres (Seine-et-Oise), de 1892 à 1901, par *G. Eiffel*. — Études pratiques de Météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey, pour l'année 1903. — Les observations courantes en Météorologie, par *G. Eiffel*. — Système silurien du centre de la Bohême, par *Joachim Barrande*, 1577. — Les oiseaux observés en Belgique; 1re Partie : les Gym-

MM. Pages.
nopaides, par M. *Marcel de Contreras.*
— Goudronnage des routes par le feu, par *A. Francou* 1669
BERTHELOT et GAUDECHON. — Recherches thermochimiques sur la strychnine et sur la brucine.......... 753
BERTIN (E.). — Sur la giration des navires 337
— Sur le principe des navires à flottaison cellulaire.......... 1077
— Fait hommage à l'Académie d'une Note sur la position du centre de résistance latérale.......... 1578
— Fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée « De l'expérience de traction transversale appliquée à l'étude de la résistance de l'eau à la marche des flotteurs ».......... 1631
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905.......... 1006
— Des prix Gay, Tchihatchef pour 1905.. 1006
BERTIN-SANS (H.) et GAGNIÈRE (J.). — Sur le mécanisme de l'accommodation. 387
BERTRAND (Léon). — Sur le rôle des charriages dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège 542
BERTRAND (Marcel) est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905.......... 1084
BESSON (Louis). — Sur un halo extraordinaire, observé à Paris.......... 959
BIERRY (H.). — Recherches sur la lactase animale 1122
BIGOURDAN (G.). — Observations de la nouvelle comète Borrelly (1904, *e*) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,305$ d'ouverture) 132
— Observations de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1905.......... 473
— Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26) faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest) 914
— Fait hommage à l'Académie d'une brochure sur « Les éclipses de Soleil »... 1578
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905. 1006
BILLET (J.) et DOYON (M.). — Action électrique du chloroforme sur le foie.... 1276
BILLY. — Sur la préparation des hydrosulfites 936
BLAISE (E.-E). — Sur l'oxygène quadrivalent 661
BLAISE (E.-E.). et COURTOT (A.) — Sur la fixation directe des dérivés éthéro-organomagnésiens sur la liaison éthylénique des éthers sels non saturés... 370
BLAISE (E.-E.) et LUTTRINGER (A.). — Migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques.......... 148
— Caractérisation des lactones au moyen de l'hydrazine 790
BLANC (G.) et BOUVEAULT (L.). — Camphène, camphénylone, isobornéol, et camphre.......... 93
BLARINGHEM. — Anomalies héréditaires provoquées par des traumatismes.... 378
BLOCH (Eugène). — Sur la conductibilité des gaz issus d'une flamme.......... 1327
BLONDEL (A.). — Sur les phénomènes de l'arc chantant.......... 1680
BLOT (A.) demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant un « Mémoire sur l'Aviation mécanique ».......... 470
BOCHER (Maxime). — Sur les équations différentielles linéaires du second ordre à solution périodique.......... 928
BODROUX (F.). — Mode de formation de quelques dérivés monosubstitués de l'uréthane.......... 1108
— Actions des éthers chloracétiques sur les dérivés halogénomagnésiens de l'aniline.......... 1597
BOISTEL (A.) et GENTIL (Louis). — Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène, à Tétouan (Maroc).......... 1725
BONJEAN (Ed.). — Eau oxygénée à l'état naissant. Activité bactéricide sur les germes des eaux.......... 50
BONNIER (Gaston). — Les plantes du plateau des Nilghirris.......... 975
— Fait hommage à l'Académie du fascicule IV du Cours de Botanique qu'il publie en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon*.......... 1524
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905.......... 1084
BORCÉA (I.). — Sur quelques faits relatifs

MM. Pages.
au développement du rein des Elasmobranches... 672
BORDAS (F.) et TOUPLAIN. — Emploi des centrifugeurs pour l'analyse des cacaos et des chocolats... 1098
— Nouvelle méthode d'analyse rapide du lait... 1099
BORDAS (L.). — Sur les glandes (salivaires, céphaliques et métathoraciques) de quelques Hémiptères... 595
BORDÉ (PAUL) et FONVIELLE (W. DE). — L'influence des éclipses sur les mouvements de l'atmosphère... 901
— La météorologie des éclipses totales de Soleil... 1665
BOREL (ÉMILE). — Sur une propriété des ensembles fermés... 298
BORNET est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905... 1224
— Du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazière, Montagne, Thore pour 1905... 1084
— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905... 1169
BORRELLY. — Comète *e* 1904, découverte le 28 décembre 1904, à l'observatoire de Marseille... 104
BOTTASSO. — Sur une solution du problème de Monge relatif à l'équation $f(dx_1, dx_2, ..., dx_n) = 0$ à coefficients variables... 1579
BOUCHARD est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905... 1085
— Des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905... 1169
BOUCHONNET (A.). — Sur quelques composés de l'acide azélaïque... 1599
BOUCHONNET (A.) et CHABRIÉ (C.). — Sur les fluorures d'indium et de rubidium... 90
BOUDOUARD (O.). — Influence de la vapeur d'eau sur la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique... 40
BOULE (MARCELLIN). — Les Lions des cavernes... 547

MM. Pages.
— Sur l'évolution des Mammifères fossiles. 1662
— Sur l'origine des éolithes... 1729
BOULLANGER (E.) et MASSOL (L.). — Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique... 687
BOULUD et LÉPINE (R.). — Sur la réduction de l'oxyhémoglobine... 993
BOUNHIOL (J.-P.). — Mesures respiratoires sur les poissons marins... 60
BOUQUET DE LA GRYE est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905. 1006
— Des prix Gay, Tchihatchef pour 1905... 1006
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905... 1169
— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de prix Alhumbert pour 1910... 1225
BOURQUELOT (EM.) et HÉRISSEY (H.). — Sur l'origine et la composition de l'essence de Benoîte : glucoside et enzyme nouveaux... 870
BOUSSINESQ (J.). — Pouvoir refroidissant d'un courant fluide sur un ellipsoïde à axes inégaux, immergé dans ce courant... 15
— Conductibilité extérieure ou superficielle, représentative, pour un corps donné, du pouvoir refroidissant d'un courant fluide... 65
— Sur l'existence d'un ellipsoïde d'absorption dans tout cristal translucide, même sans plan de symétrie ni axe principal... 401
— Formule rationnelle du coefficient de l'absorption de la lumière par un corps translucide quelconque... 622
— Construction, dans un milieu opaque homogène, des rayons lumineux qui y pénètrent par une face plane... 825
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905... 1006
— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905... 1006
BOUTAN (LOUIS). — Un ennemi du café au Tonkin. Le *Xylotrechus* du bambou sec... 1654
BOUTY est porté sur la liste de candidats présentés, pour la Section de Physique, pour la place laissée vacante par le dé-

MM. Pages.
cès de M. *Potier* 1733
BOUVEAULT (L.) et BLANC (G.). — Camphène, camphénylone, isobornéol et camphre 93
BOUVEAULT (L.) et LOCQUIN (R.). — Action du sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse 1593
— Sur quelques dérivés de la butyroïne et de la capronoïne 1699
BOUVEAULT (L.) et WAHL (A.). — Sur la non-existence de deux dioximidobutyrates d'éthyle stéréoisomères 438
BOUVIER (E.-L.). — Sur les Palinurides et les Eryonides recueillies dans l'Atlantique oriental par les expéditions françaises et monégasques 479
— Sur les Pénéides et les Sténopides recueillies par les expéditions françaises et monégasques dans l'Atlantique oriental 980
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1905 1085
BOUVIER (E.-L.) et SEURAT (G.). — *Eumedon convictor*, Crabe commensal d'un Oursin 629
BRANLY (ÉDOUARD). — Distribution et contrôle d'actions produites à distance par les ondes électriques 777
— Appareil de télémécanique sans fil de ligne 1676
BRASIL (LOUIS). — La résorption phagocytaire des éléments reproducteurs dans les vésicules séminales du *Lumbricus herculeus* Sav 597
— La genèse des gamètes et l'anisogamie chez les *Monocystis* du Lombric 735
BRETEAU (PIERRE). — Sur les hydrures de phénanthrène 942
BREUIL (PIERRE). — Constituant spécial obtenu dans la trempe d'un bronze d'aluminium 587
— Application du microscope à l'examen du caoutchouc 1142
BREUIL, PEYRONY et CAPITAN. — Figuration du Lion, de l'Ours des cavernes et du Rhinocéros sur les parois des grottes par l'Homme de l'époque du Renne 1731
BREYDEL (A.). — Sur les dangers de l'électricité atmosphérique pour l'aérostation et les moyens d'y remédier 714
BRILLOUIN (MARCEL). — Indétermination de la trajectoire limite des planeurs rigides 570
— Le mouvement de la Terre et la vitesse de la lumière 1674
BRIVES (A.). — Sur les terrains éocènes dans le Maroc occidental 395
BROCA (ANDRÉ). — Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux 1677
BROCA (ANDRÉ) et TURCHINI. — Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique du verre avec la fréquence 780
— Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence 1238
BROCHET (ANDRÉ) et PETIT (JOSEPH). — Sur l'électrolyse d'acides organiques au moyen du courant alternatif. 442
— Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique 657
BROUARDEL. — Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 1085
— Du prix Montyon (Statistique) pour 1905 1169
BRUHAT (J.) et DUBOIS (H.). — Sur les perborates 506
BRUNEL (LÉON). — Thymomenthol et dérivés 252
— Sur le menthone dérivé des hexahydrothymols 792
BRUST (ALFRED) adresse une Note ayant pour titre : « De l'application des ondes hertziennes pour éviter les abordages de la mer » 275
BUHL (A.). — Sur l'approximation des fonctions par des polynomes dans ses rapports avec la théorie des équations aux dérivées partielles; application au problème de l'état initial en Physique mathématique 216
BUNAU-VARILLA (PH.) présente un Mémoire « Sur la solution du problème de Panama » 1224
BUSSY (CHARLES) adresse un modèle de Calendrier perpétuel 1368

C

MM. Pages.
CAMICHEL (C.). — Sur la fluorescence... 139
CAMUS (L.) et GLEY (E.). — Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte.... 1717
CAPITAN. — L'Homme et le Mammouth à l'époque quaternaire sur l'emplacement de la rue de Rennes........... 168
CAPITAN, BREUIL et PEYRONY. — Figuration du Lion, de l'Ours des cavernes et du Rhinocéros sur les parois des grottes par l'Homme de l'époque du Renne.. 1731
CARNOT est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze (Chimie), Bordin pour 1905................ 1084
— Du prix Montyon (Statistique) pour 1905........................ 1169
CARRÉ (H.). — Sur la *maladie* des jeunes chiens.................. .. 689
— Sur la *maladie* des chiens............ 1489
CARRÉ (P.). — Sur la décomposition de l'acool *o*-nitrobenzylique, sous l'influence de la soude aqueuse et de la soude alcoolique.................... 663
CARRUS (S.). — Sur les familles des surfaces à trajectoires orthogonales planes 208
— Familles de Lamé à trajectoires orthogonales planes. Familles de surfaces à lignes de courbure planes........... 562
CARTIER (J.-D.) adresse une Note « Sur la gamme musicale »................ 813
CASTELNUOVO (G.). — Sur les intégrales de différentielles totales appartenant à une surface irrégulière............. 220
CATEL (J.) et GUYOT (A.). — Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane............ 254 et 400
— Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane.............. 1348
— Synthèses dans la série anthracénique. Condensation des dérivés du benzodihydrofurfurane en dérivés anthracéniques γ substitués.................. 1460
CAULLERY et MESNIL (F.). — Phénomènes de sexualité dans le développe- des Actinomyxidies................ 1482
CAVALLIER (C.). — Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle.. 893
CAYEUX (L.). — Sur l'état de conservation des minéraux de la terre arable. 1270
— Existence d'une faune saumâtre dans les sables de l'argile plastique d'Issy (Seine)........................... 1728
— Figure en deuxième ligne sur la liste des candidats présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Fouqué*....................... 26
CAZALBOU adresse des remercîments à l'Académie......................... 559
CERNOVODEANU (M[lle] P.) et HENRI (VICTOR). — Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse (II).......... 1394
CHABLAY (E.). — Action des métaux ammoniums sur les dérivés halogénés du méthane......................... 1262
— Action des métaux ammoniums sur les alcools : méthode générale pour la préparation des alcoolates............. 1343
— Action des métaux ammoniums sur les alcools polyatomiques.............. 1396
CHABRIÉ (C.) et BOUCHONNET (A.). — Sur les fluorures d'indium et de rubidium 90
CHAINE (J.). — Caractères des muscles polygastriques 593
— Observations sur les intersections tendineuses des muscles polygastriques.... 1419
CHALLAMEL (A.) et MOUTIER (A.). — Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation..................... 462 et 602
— De l'abaissement de la pression artérielle au-dessous de la normale par la d'Arsonvalisation.................. 742
CHANOZ (M.). — Résultats d'une année d'étude de la conductibilité électrique de l'eau du Rhône à Lyon........... 748
— Sur la variation de la différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes................ 1024
CHANOZ (M.) et PERRIGOT (M.). — A propos d'une prétendue démonstration

MM. Pages.
de l'existence des rayons N par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé........................ 86
CHARABOT (Eug.) et HÉBERT (Alex.). — Consommation de matières odorantes chez la plante étiolée............... 455
CHARABOT (Eug.) et LALOUE (G.). — Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle. 667
CHARCOT (Jean) adresse un télégramme de Puerto-Madryn.. 617
CHARRIN. — Dyscrasie acide expérimentale (Modifications de l'organisme. Variations toxiques. Lésions spéciales. Anaphylaxie tuberculeuse).......... 1069
CHARRIN et LE PLAY. — Existence du rachitisme intra-utérin............. 327
— Variations des processus morbides suivant la composition des organes...... 531
— Action pathologique du *Stearophora radicicola* sur les animaux.......... 1480
CHARRIN et MOUSSU. — Physiologie de la rate (fonction biligénique)........ 1118
CHATIN est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905........................ 1084
— Du prix Savigny pour 1905.......... 1085
CHAVANNE et LESPIEAU. — Liquéfaction de l'allène et de l'allylène.......... 1035
CHAVANNE et MOISSAN (Henri). — Sur quelques constantes physiques du calcium et sur l'amalgame de calcium.. 122
— Sur quelques constantes du méthane pur et sur l'action du méthane solide sur le fluor liquide................ 407
CHAUTARD (S.). — Sur les dépôts de l'éocène moyen du Sénégal.......... 744
CHAUVEAU (A.). — Sur les variations d'éclat et les éclipses totales des images primaires formées sur la rétine par de très faibles sources lumineuses de valeur constante.................... 761
— Le conflit de l'image primaire et de l'image accidentelle, appliqué à la théorie de l'inévitable variabilité des impressions rétiniennes qu'excitent les objets éclairés par des sources lumineuses de valeur constante.......... 984
— Fait hommage à l'Académie de l' « Exposé des Travaux de l'Association de l'Institut Marey en 1904 ».......... 1378

MM. Pages.
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905............................ 1085
— Des prix Montyon (Physiologie expéritale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905........................ 1169
CHEVALIER (Aug.). — Un caféier nouveau de l'Afrique centrale............... 517
— Les caféiers sauvages de la Guinée française............................ 1472
CHEVALLIER (A.) — Relation entre la densité et la salinité des eaux de mer. 902
CHOFARDET (P.). — Observations de la comète Borrelly (1904 *e*) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé........................ 153
CHRÉTIEN (H.) et TRIBOT (J.). — Sur un hydrate colloïdal de fer obtenu par électrodialyse et sur quelques-unes de ses propriétés..................... 144
CHUARD (E.) et PORCHET (F.). — Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques employées dans la lutte contre le mildiou 1354
CLAVERIE (Pascal). — Un nouveau bananier de Madagascar................ 1610
CLÉMENT (E.). — Myélites par toxines tuberculeuses..................... 392
— Sur l'action de l'acide formique dans les maladies à tremblements............ 1198
CLIGNY (A.). — Variations géographiques des Pleuronectides................. 526
CLUZET. — Sur l'excitation des nerfs par le minimum d'énergie; application à l'électrodiagnostic................. 1116
COLIN (Le R. P.). — Travaux géodésiques et magnétiques aux environs de Tananarive.......................... 1219
— Observations magnétiques à Tananarive. 1521
COLSON (Albert). — Sur l'existence d'un sulfate vert normal de sesquioxyde de chrome.......................... 42
— Sur la cryoscopie des sulfates........ 372
— Applications diverses du principe de Watt à la dissociation des carbonates de plomb et d'argent............... 865
— Sur les réactions à vitesses discontinues du sulfate chromique vert........... 1451
CONDUCHÉ (A.). — Sur une nouvelle réaction des aldéhydes et l'isomérie de

MM. Pages.
leurs oximes 434
— *Errata* relatifs à cette Communication. 616
CONSIDÈRE. — Calcul des ponts en arcs et des ponts suspendus 202
— *Errata* relatif à cette Communication. 400
— Faculté que le béton armé possède de supporter de grands allongements.... 291
COPAUX (H.). — Propriétés physiques du cobalt et du nickel fondus.......... 657
COSSERAT (EUGÈNE) et COSSERAT (FRANÇOIS). — Sur la dynamique du point et du corps invariable, dans le système énergétique 932
COTTON (ÉMILE). — Sur l'intégration approchée des équations différentielles. 494
COURÉMÉNOS (A.) et HALLER (A.). — Sur les acides cyanocamphacétiques, cyanocampho-α-propionique, cyanocampho-α-isobutyrique et leurs principaux dérivés...................... 1430
COURTET (H.). — Observations géologiques recueillies par la mission Chari-Lac Tchad 160
— Les sels de la région du Tchad........ 316
COURTOT (A.) et BLAISE (E.-E.). — Sur la fixation directe des dérivés éthéro-organomagnésiens sur la liaison éthylénique des éthers-sels non saturés... 370
COUTIÈRE (H.). — Sur une forme de phanères propres aux *Pandalidæ*....... 674
— Sur les *Alpheidæ* des Laquedives et des Maldives 736
— Sur quelques crustacés provenant des campagnes de la *Princesse-Alice* (filet à grande ouverture) 1113
COUTURIER (F.) et MEUNIER (L.). — Action de l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone.............. 721
COUTURIER (F.) et VIGNON (G.). — Sur quelques nouvelles β-cétoaldéhydes.. 1695
CRÉMIEU (V.). — Attraction observée entre gouttes liquides suspendues dans un liquide de même densité......... 80
— Dispositif auto-amortisseur applicable aux mouvements pendulaire et oscillatoire 1029
CURIE (PIERRE) est porté sur la liste de candidats présentés, par la Section de Physique, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Potier*........... 1733
CURTIS et LEMOULT (P.) — Sur l'affinité des matières colorantes artificielles pour le tissu conjonctif............. 1606

D

DAMOUR (E.) figure en deuxième ligne sur la liste de candidats présentés à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes pour la chaire de chaux, ciment, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers......... 1524
DANGEARD (P.-A.) adresse une Note intitulée *Ascodesmis* et *Boudiera*....... 1126
DANNE (J.). — Sur un nouveau minéral radifère 241
DARBOUX (GASTON). — Note sur une Communication de M. *S. Carrus*..... 211
Errata relatifs à cette Communication... 1496
— Sur les trajectoires orthogonales d'une famille de surfaces 618
— Des surfaces applicables sur le paraboloïde de révolution............... 697
M. le *Secrétaire perpétuel* annonce la mort de M. *Emile Fernet*.............. 553
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Francœur pour 1905 1006
— Des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905........................... 1006
— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905.......... 1169
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905........................ 1169
— Du prix Wilde pour 1905........... 1169
— Du prix Saintour pour 1905.......... 1169
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences et mathématiques pures ou appliquées) pour 1905............................ 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1908... 1224
— De prix Vaillant pour 1909........... 1225
— De prix Alhumbert pour 1910........ 1225
M. le *Secrétaire perpétuel* présente un Volume imprimé à l'Observatoire d'Abbadia, sous le titre : *Observations faites au cercle méridien* : *en* 1899 *et* 1900,

MM. Pages.

66. — Présente le Volume XII des Atti del Congresso internazionale di Scienze storiche (Roma, 1-9 aprile 1903), 419. —Signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance : International Association of Academies. Second general Assembly, held in London, may 25-27 1904, under the direction of the *Royal Society of London*, 79. — Cours du Collège de France de 1880 à 1904 et Travaux du laboratoire de 1875 à 1904, par M. *Ch.-A. François-Franck*, 295. — Le Calcul des résidus et ses applications à la théorie des fonctions, par *Ernst Lindelöf*, 708. — La Science géologique; ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire, par M. *L. de Launay*, 708. — Malgaigne (1806-1865). Étude sur sa vie et ses idées d'après ses écrits, des papiers de de famille et des souvenirs particuliers, par *E. Pilastre*, 558. — Un recueil de pièces manuscrites contenant les minutes des cours de *Lamé* sur le calcul des probabilités. — Le Tome X des Œuvres complètes de *Christiaan Huygens*, 1377.—Les fours électriques, par *Jean Escard*.................. 1526

DARZENS (Georges). — Sur une nouvelle méthode de synthèse des cétones saturées par la méthode de réduction catalytique 152

DASTRE est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905....................... 1085

— Des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905..................... 1169

DAWSON (W. Bell) adresse un Mémoire relatif à l'« Installation des marégraphes sous les climats rigoureux et dans les régions lointaines »................ 631

— Adresse une Note « Sur les niveaux de marée et plans de référence dans le Canada oriental »................. 1617

DEJUST (Henri). — Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Son application pour déceler des traces de ce gaz dans l'atmosphère........... 1250

DELACROIX (Georges). — La *rouille blanche* du tabac et la nielle ou maladie de la mosaïque................. 678

— Sur une pourriture bactérienne des Choux 1356

DELAGE (A.) et LAGATU (H.). — Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces..... 1555

DELAGE (Yves). — Nouvelles expériences de parthénogenèse expérimentale chez *Asterias*.......................... 1369

— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours :

— Du prix Savigny pour 1905........... 1085

— Des prix Montyon (Médecine et Chirurgie) Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905................. 1085

— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles)............. 1224

DEMOULIN (Alphonse). — Sur les surfaces de Voss de la Géométrie noneuclidienne...................... 1226

Errata relatifs à cette Communication.... 1572

— Principes de Géométrie anallagmatique et de Géométrie réglée intrinsèques.. 1526

DENZO (P.) et GUYE (Ch.-Eug.). — Sur la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action d'un champ électrostatique tournant de fréquence élevée. 433

DEPÉRET (Charles). — L'évolution des Mammifères tertiaires, méthodes et principes........................ 1517

DEPRAT (J.). — Sur la présence de *nouméite* à l'état détritique dans l'Eocène néo-calédonien.................... 1471

DEPRAT (J.) et PIROUTET (M.) — Sur l'existence et la situation tectonique anormale des dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie.................... 158

DEPREZ (Marcel) est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905............................ 1006

— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905.......... 1006

DERRIEN (E.) et VILLE (J.). — Modification du spectre de la méthémoglobine par le fluorure de sodium....... 743

— Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine..................... 1195

Errata relatifs à cette Communication.... 1281

— Sur la méthémoglobine et sa combinaison fluorée..................... 1549

DESFONTAINES (M.) et HALLER (A.).

MM. Pages.

Exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques............ 1205
DESGREZ (A.) et GUENDE (M[lle] Bl.). — Contribution à l'étude de la dyscrasie acide.......................... 882
— Variations du coefficient de déminéralisation chez les animaux en état de dyscrasie acide.................. 1487
DESLANDRES (H.). — *Errata* relatifs à une Communication sur le groupe de bandes négatif de l'air, du 26 décembre 1904.......................... 176
— Remarques sur la reconnaissance de la couronne solaire en dehors des éclipses totales.......................... 965
Errata relatifs à cette Communication.... 1284
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905.. 1006
DESLANDRES (H.) et d'AZAMBUJA. — Variations des spectres de bandes du carbone avec la pression et nouveaux spectres de bandes du carbone...... 917
DESPLANTES et MATIGNON (C.). — Oxydation des métaux à froid en présence de l'ammoniaque............ 853
DEVAUX-CHARBONNEL. — La mesure de la capacité des longs câbles sous-marins.......................... 1582
DIÉNERT (F.). — Action du magnésium et de la magnésie sur les microbes...... 273
DIENES (Paul). — La série de Taylor sur le cercle de convergence............ 489
DITTE (Alfred). — Action de l'iodure mercurique sur l'acide sulfurique et sur les sulfates de mercure.............. 1162
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905.. 1084
DOP (Paul). — Sur la biologie des Saprolégniées.......................... 454
DOURLEN (Jacques) et DUCHEMIN (René). — Sur l'acidité des alcools éthyliques du commerce et sur ses variations à la température ordinaire.............. 1466
DOUVILLÉ (H.). — Les découvertes paléontologiques de M. *de Morgan* en Perse.......................... 891
DOYON (M.) et BILLET (J.). — Action élective du chloroforme sur le foie.... 1276
DOYON (M.), MOREL (A.) et KAREFF (N.). — Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogène. 800
DRIENCOURT. — Sur la précision de positions géographiques obtenues en cours de voyage avec l'astrolabe à prisme.. 302
— Sur la détermination par transport de temps des différences de longitude à Madagascar et à la Réunion......... 639
DUANE (William). — Sur l'ionisation due à l'émanation du radium............ 581
— Sur l'ionisation produite entre deux plateaux parallèles par l'émanation du radium.......................... 786
DUBOIS (H.) et BRUHAT (J.). — Sur les perborates...................... 506
DUCHEMIN (René) et DOURLEN (Jacques). — Sur l'acidité des alcools éthyliques du commerce et sur ses variations à la température ordinaire. 1466
DUCLAUX (J.). — Conductibilité des solutions colloïdales.................. 1468
— Pression osmotique des solutions colloïdales.......................... 1544
DUHEM (P.). — De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant.......... 1216
— De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. Comparaison entre la théorie et l'expérience............ 1370
DUMONT (J.). — Sur la valeur agricole des matières humiques................ 256
— Sur l'analyse minéralogique des terres arables.......................... 1111
DUPARC (L.) et PEARCE (F.). — Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord.................. 333
— Sur la *gladkaïte*, une nouvelle roche filonienne dans la dimite............ 1614

E

EBERT (W.) et MASCART (Jean). — Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites..... 1314
EBERT (W.) et RENAN (H.). — Sur une détermination de la constante d'aberration au moyen des observations de

MM. Pages.
trois étoiles très voisines du pôle.... 1669
EGOROFF (N.). — Sur le dichroïsme produit par le radium dans le quartz incolore et sur un phénomène thermo-électrique observé dans le quartz enfumé à stries.................... 1028
ENRIQUES (Federigo). — Sur les surfaces algébriques irrégulières............ 133
— Sur les surfaces algébriques de genre zéro.......................... 564
ESCLANGON (Ernest). — Observations de la comète Giacobini (1905 *a*) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux........... 1225 et 1632
ÉTARD (A.) et VALLÉE (E.). — Sur la pyrolyse de la gomme laque......... 1603
— *Errata* relatif à cette Communication.. 1736
ETGES (P.) adresse une « Contribution à l'étude des rayons N »............ 696

F

FABRY (Ch.). — Sur les spectres des fluorures alcalino-terreux dans l'arc électrique.......................... 578
— Sur un nouveau dispositif pour l'emploi des méthodes de spectroscopie interférentielle....................... 848
— Sur l'application au spectre solaire des méthodes de spectroscopie interférentielle.......................... 1136
FABRY (Eug.). — Sur le genre des fonctions entières.................... 1010
FATOU (P.). — Sur l'intégrale de Poisson et les lignes singulières des fonctions analytiques..................... 359
— Sur quelques théorèmes de Riemann... 569
FATTELAY (V.) adresse une Note « Sur un essai de démonstration du phénomène de la trempe des aciers »...... 1617
FAUVEL (Pierre). — Sur la valeur alimentaire de différents pains........... 1424
FAYET (G.). — Sur le caractère elliptique de la nouvelle comète Borrelly (1904 *e*).. 259
— Sur la nouvelle comète à courte période 1904 *e* (Borrelly, 28 déc. 1904). 296
FAYET (G.) et MAUBANT (E.). — Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly (1904, déc. 28). 105
FERNBACH (A.) et WOLFF (J.). — Sur la coagulation diastasique de l'amidon.. 95
— Influence de l'état de liquéfaction de l'amidon sur sa transformation par les diastases saccharifiantes............ 1067
— De quelques circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon...... 1403
— Analogie entre l'amidon coagulé par l'amylocoagulase et l'amidon de pois.. 1547
FERNET (Émile). — Sa mort est annoncée à l'Académie..................... 553
FÉRY (Ch.). — Sur l'isochronisme du pendule des horloges astronomiques..... 106
— Pendule électrique à échappement libre. 262
— Thermomètre intégrateur............ 367
FLAMAND (G.-B.-M.). — Sur l'existence de schistes à graptolithes, à Haci-El-Khenig (Sahara central)........... 954
FLEIG (C.) et VALLOIS (L.). — Le graphique respiratoire chez le nouveau-né. 1422
FLEURENT (E.). — Sur le dosage rationnel du gluten dans les farines de blé.. 99
FLICHE (P.). — Deux observations relatives à la flore des jeunes taillis.......... 1129
Errata relatifs à cette Communication.... 1204
FONVIELLE (W. de) et BORDÉ (Paul). — L'influence des éclipses sur les mouvements de l'atmosphère............. 901
— La météorologie des éclipses totales du Soleil........................... 1665
FORCRAND (de). — Sur la valence de l'atome d'hydrogène................ 764
— Chaleur de formation de l'hydrure de sodium. Acidité de la molécule d'hydrogène.......................... 990
— *Errata* relatif à cette Communication.. 1128
FOREL (F.-A.). — Le cercle de Bishop de la Montagne-Pelée de la Martinique.. 694
FORTIN (Ch.). — Tension superficielle d'un diélectrique dans le champ électrique.......................... 576
FOSSE (R.) et LESAGE (L.). — Basicité de l'oxygène pyranique. Sels doubles halogénés de quelques métaux et de dinaphtopyryle..................... 1402
FOSSE (R.) et ROBYN (A.). — Phénols pyraniques......................... 1538
FOUCHÉ (Maurice). — Sur la déviation des graves vers le sud et sur la courbure des lignes de force........... 226
— Sur la déviation des graves.......... 427
FOUREAU (F.) et GENTIL (L.). — Sur les roches cristallines rapportées par la

MM. Pages.
Mission saharienne................ 46
— Les régions volcaniques traversées par la Mission saharienne.............. 1200
FOURNEAU et TIFFENEAU. — Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués.................... 1595
FOURNIER (LE VICE-AMIRAL). — Résistance de l'eau à la translation des navires. Carènes de moindre résistance. 48
FOURNIER (E.). — Note sur des phénomènes de capture de cours d'eau datant du XVIIe, du XVIIIe et du début du XIXe siècle, prouvés par des documents cartographiques...................... 745
FOURTAU (R.) et GEORGIADÈS (N.). — Sur la source de Hammam Moussa près de Tor (Sinaï).................... 166
FOVEAU DE COURMELLES. — Action atrophique glandulaire des rayons X.. 606
FRANÇOIS (MAURICE). — Sur quelques iodomercurates de pyridine.......... 861
— Iodomercurates et chloriodomercurates de monométhylamine............... 1697
FRANÇOIS-FRANCK figure en première ligne sur la liste de candidats présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire d'« Histoire naturelle des corps organisés », vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey*...................... 353
FRAYSSE (A.). — Sur la biologie et l'anatomie des suçoirs de l'*Osyris alba*... 270
— Sur le parasitisme de l'*Osyris alba*.... 318
FRÉBAULT (A.). — Sur l'hydrogénation du benzonitrile et du paratolunitrile.. 1036
FRÉCHET (MAURICE). — Sur les fonctions limites et les opérations fonctionnelles. 27
— Sur les fonctions d'une infinité de variables........................... 567
— La notion d'écart dans le Calcul fonctionnel........................... 772
FREUNDLER (P.). — Sur la bromuration de la paraldéhyde................. 1693
FREUNDLER (P.) et LEDRU. — Sur l'acétal bromé........................ 794
FREYCINET (DE) est élu membre de la Commission chargée de juger le Concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905........................ 1169
FRIEDEL (G.). — Sur les bases expérimentales de l'hypothèse réticulaire. 730 et 873
FRIEDEL (JEAN). — Assimilation chlorophyllienne en l'absence d'oxygène.... 169
FRON (G.). — Sur les conditions de développement du mycélium de la morille 1187
FROUIN (ALBERT). — Action du suc intestinal sur la sécrétion entérique...... 1120
FUCHS (C.) et MULLER (P.-TH.). — Sur une méthode de détermination des chaleurs spécifiques des solutions. Chaleur moléculaire des bons et des mauvais électrolytes............... 1639

G

GAGNIÈRE (J.) et BERTIN-SANS (H.). — Sur le mécanisme de l'accommodation. 387
GAILLARD (GASTON). — Sur le temps que la précipitation met à apparaître dans les solutions d'hyposulfite.......... 652
GAUDECHON et BERTHELOT. — Recherches thermochimiques sur la strychnine et sur la brucine.............. 753
GAUDRY (ALBERT). — Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905..... 1224
— Des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905........................ 1084
— Du prix Saintour pour 1905.......... 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (prix du Budget) pour 1907......... 1225
— Du même prix pour 1909............ 1225
— De prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908........................ 1225
— De prix Vaillant pour 1909.......... 1225
— De prix Alhumbert pour 1910.. 1225
GAUTIER (ARMAND) est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905................... 1084
GAUTIER (L.). — Sur la biologie du *Melampyrum pratense*................ 1414
GAUTIER (R.). — Éphéméride pour la recherche de la première comète périodique de Tempel (1867, II) en 1905.. 844
GAUTRELET (JEAN). — Communication osmotique chez les Poissons entre le milieu intérieur et le milieu extérieur (à propos de deux Notes de M. *Quinton*). 108

MM. Pages.

GENTIL (Louis). — Sur la présence de schistes à graptolithes dans le Haut-Atlas marocain 1659

GENTIL (Louis) et BOISTEL (A.). — Sur l'existence d'un remarquable gisement pliocène à Tétouan (Maroc) 1725

GENTIL (Louis) et FOUREAU (F.). — Sur les roches cristallines rapportées par la Mission saharienne 46

— Les régions volcaniques traversées par la Mission marocaine 1200

GEORGIADÈS (N.) et FOURTAU (R.). — Sur la source de Hammam Moussa près de Tor (Sinaï) 166

GERBER (G.). — Pétales inverses du *Cheiranthus Cheiri* L. var. λ-*gynantherus* DC et fausse cloison des Crucifères ... 1109

— Le diagramme floral des Crucifères 1143

GERNEZ (D.). — Sur la lumière émise par les cristaux d'acide arsénieux 1134

— Sur la triboluminescence du sulfate de potassium 1234

— Triboluminescence des composés métalliques 1337

— Est porté sur la liste de candidats présentés par la Section de Physique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Potier* 1733

GIACOBINI. — Sur la nouvelle comète Giacobini 924

GIARD (A.) fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences ». 844

— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905 1084

— Du prix Savigny pour 1905 1085

— Des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905 1169

— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905 1224

GILARDONI (Henri) et GUICHE (duc de). — Sur un nouvel embrayage 1132

GIRAN (H.). — Sur la combustion du soufre dans la bombe calorimétrique .. 1704

GIRARD (A.-Ch.) et ROUSSEAUX (E.). — Les exigences du tabac en principes fertilisants 733

GIRARD (P.) et LAPIQUE (L.). — Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux 1057

GIRARDIN (Paul). — Sur la relation des phénomènes erratiques avec le modelé des hautes vallées glaciaires 397

GLEY (E.) et CAMUS (L.). — Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte ... 1717

GODCHOT (Marcel). — Produits d'oxydation de l'octohydrure d'anthracène; dihydro-oxanthranol et hexahydroanthrone 250

GODCHOT (M.) et JUNGFLEISCH (E.). — Sur l'acide lactyllactyllactique et le dilactide de l'acide lactique inactif ... 502

— Sur l'acide lactique droit 719

GODEFROY (L.) et VARENNE (E.). — Sur l'anéthoglycol (glycol de l'anéthol) ... 591

GODIN (J.) adresse un Mémoire « Sur l'emploi alimentaire des nucléines pour les armées » 1617

GRAND'EURY. — Sur les graines trouvées attachées au *Pecopteris Pluckeneti* Schlot 920

— Sur le *Rhabdocarpus*, les graines et l'évolution des Cordaïtées 995

GRANDIDIER présente une série de Cartes de l'Archipel arctique américain 843

— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix extraordinaire de la Marine, du prix Plumey pour 1905 1006

— Du prix Gay, Tchihatchef pour 1905 .. 1006

— Du prix Savigny pour 1905 1085

— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 1169

GRANGER (Albert). — Sur les propriétés de l'anhydride tungstique comme colorant céramique 935

— Figure en troisième ligne sur la liste de candidats présentés à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes pour la chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers 1524

GRAVIER (Ch.). — Sur un Polynoïdien (*Lepidasthenia Digueti*, nov. sp.) commensal d'un Balanoglosse du golfe de Californie 875

— Sur l'évolution des formes sexuées chez les Néréidiens d'eau douce 1561

GRIFFON (Ed.). — L'assimilation chlorophyllienne chez les jeunes pousses des plantes; applications à la Vigne 1148

MM. Pages.
GROSSETESTE (W.) signale un tremblement de terre ressenti à Grasse...... 1572
GUÉBHARD (A.). — Sur la cause du silhouettage photographique.......... 715
— *Errata* relatifs à cette Communication............................ 816
— Sur l'identité de cause du silhouettage blanc et du silhouettage noir........ 1334
— Sur l'irradiation tangentielle.......... 1446
GUÉDRAS (MARCEL P.-S.). — Sur l'éthérification de la glycérine........... 1034
— Adresse une Note « Sur la nitro-caséine ». 1283
— Adresse une Note « Sur l'existence du pétrole dans le département du Var ». 1368
— Adresse une « Théorie relative à la formation des gîtes pétrolifères »..... 1666
GUENDE (Mlle BL.) et DESGREZ (A.). —
— Contribution à l'étude de la dyscrasie acide........................... 882
— Des variations du coefficient de déminéralisation chez les animaux en état de dyscrasie acide................ 1487
GUÉRIN (P.). — Sur l'appareil sécréteur des Diptérocarpées................. 520
GUICHE (duc DE) et GILARDONI (HENRI). — Sur un nouvel embrayage........ 1132
GUIGNARD fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : Centenaire de l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, 1803-1903.. 418
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montyon, Thore pour 1905............................ 1084
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905................. 1224
GUILLAUME (J.). — Observation de la comète Borrelly (1904 *e*) faite à l'équatorial Brunner (0m,16) de l'Observatoire de Lyon..................... 420
— Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de 0m,16) pendant le quatrième trimestre de 1904......................... 420
GUILLEMARD (H.) et VRANCEANO (P.). — Sur la toxicité des alcaloïdes urinaires........................... 1277
GUILLEMINOT (H.) — L'aire cardiaque chez les tuberculeux guéris.......... 811
GUILLET (LÉON). — Sur la trempe des bronzes......................... 307
— Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt.................. 1689
GUINCHANT. — Électromètre à sextants et à aiguille neutre................. 851
— Luminescence de l'acide arsénieux.... 1101
— Sur la triboluminescence de l'acide arsénieux........................ 1170
GUNTZ (A.) et BASSET (HENRY). — Sur la chaleur de formation de l'hydrure et de l'azoture de calcium........... 863
GUSTAVSON (G.). — Sur les combinaisons des ferments chloroaluminiques avec des hydrocarbures et le gaz chlorhydrique......................... 940
GUTTON (C.). — Sur l'intensité des impressions photographiques produites par de faibles éclairements.......... 573
GUYE (CH.-EUG.) et DENSO (P.). — Sur la chaleur dégagée dans la paraffine soumise à l'action d'un champ électrostatique tournant de fréquence élevée. 433
GUYE (CH.-EUG.) et GUYE (H.). — Sur la rigidité électrostatique des gaz aux pressions élevées................. 1320
GUYE (CH.-EUG.) et SCHIDLOF (A.). — Hystérésis magnétique aux fréquences élevées dans le nickel et les aciers au nickel........................... 369
GUYE (PHILIPPE-A.) — Nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz liquéfiables à partir de leurs densités; poids atomiques des éléments constituants : hydrogène, azote, argon, chlore, soufre, carbone............. 1241
— Poids atomique de l'azote déduit du rapport des densités de l'azote et de l'oxygène............................ 1386
GUYON est élu membre de la Commission chargée de juger le concours des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905........................ 1085
GUYOT (A.) et CATEL (J.). — Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane.................. 254
— *Errata* relatif à cette Communication. 400
— Contribution à l'étude des dérivés du benzodihydrofurfurane............. 1348
— Synthèses de la série anthracénique. Condensation des dérivées du benzodihydrofurfurane en dérivés anthracéniques γ-substitués................ 1460
GUYOT (A.) et HALLER (A.). — Synthèse dans la série anthracénique. III. Dihy-

MM. Pages.

drure d'anthracène γ-tétraphénylé et ses dérivés........................ 283
Errata relatifs à cette Communiction..... 400
— Synthèses dans la série anthracénique. IV. Dérivés diamidés tétraalcoylés symétriques du dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé............... 343
GUYOU (E.). — Transmission précise de l'heure par le téléphone 1429
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905................ 1006
— Du prix Gay et du prix Tchihatchef pour 1905........................ 1006
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905........................ 1169

H

HADAMARD. — Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.............. 425
HALLER (A.). — Sur les β-méthyl-ε-alcoylcyclohexanones et les alcools correspondants, homologues de la menthone et du menthol.............. 127
— Sur des thuyones alcoylées et des combinaisons de la thuyone avec des aldéhydes aromatiques 1626
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin, pour 1905. 1084
HALLER (A.) et COURÉMÉNOS (A.). — Sur les acides cyanocamphacétique, cyanocampho-α-propionique, cyanocampho-α-isobutyrique et leurs principaux dérivés 1430
HALLER (A.) et DESFONTAINES (M.). — Exaltation du pouvoir rotatoire de molécules aliphatiques en passant à l'état de composés cycliques......... 1205
HALLER (A.) et GUYOT (A.). — Synthèse dans la série anthracénique. III. Dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé et ses dérivés........................ 283
— *Errata* relatifs à cette Communication. 400
— Synthèses dans la série anthracénique. IV. Dérivés diamidés tétraalcoylés symétriques du dihydrure d'anthracène γ-tétraphénylé............... 343
HALLER (A.) et MARCH (F.). — Sur une nouvelle méthode de synthèse des dérivés alcoylés de certains alcools cycliques saturés. Préparation d'homologues du menthol 474
— Étude des 1-méthyl-4-benzylcyclohexanols et 1-méthyl-2-4-dibenzylcyclohexanols 624
HALLER (A.) et MARTINE (C.). — Sur une synthèse de la menthone et du menthol.......................... 130
— Sur les menthones et menthols obtenus par la réduction de la pulégone par l'action catalytique du nickel réduit.. 1298
HALLEZ (Paul). — *Bougainvillia fruticosa* All. est le facies d'eau agitée du *Bougainvillia ramosa* Van Ben.......... 457
HALLION (L.). — Sur l'importance pratique de l'exploration de la pression artérielle pour éviter les accidents de l'anesthésie...................... 599
HALPHEN (G.) et RICHE (A.). — Contribution à l'étude des teintures histologiques........................... 1408
HANSKY (A.). — Observations actinométriques faites au sommet du mont Blanc........................... 422
— Sur la photographie de la couronne solaire au sommet du mont Blanc...... 768
— Observations actinométriques au sommet du mont Blanc en 1904......... 1008
HATON DE LA GOUPILLIÈRE est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905........................ 1006
— Du prix Montyon (Statistique) pour 1905............................. 1169
HATT est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix extraordinaire de la Marine et prix Plumey pour 1905............ 1006
— Des prix Gay et prix Tchihatchef pour 1905............................. 1006
HAUG (Émile). — Sur la présence du Carbonifère moyen et supérieur dans le Sahara........................... 957
HAUGER et PESCHEUX. — Avertisseur de la présence des gaz d'éclairage ou du grisou........................... 1100
HÉBERT (Alexandre). — Contribution à

MM. Pages.

l'étude chimique des sols, des eaux et des produits minéraux de la région du Chari et du lac Tchad............. 163

HÉBERT (Alex.) et CHARABOT (Eug.). — Consommation de matières odorantes chez la plante étiolée......... 455

HEMSALECH (G.-A.). — Sur une méthode simple pour l'étude des étincelles oscillantes.......................... 1103

— Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes........... 1322

HENRI (Victor). — Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse........... 101

HENRI (Victor) et CERNOVODEANU (Mlle P.). — Recherches physico-chimiques sur l'hémolyse (II)......... 1394

HENRY (Charles). — Sur la mesure de l'énergie disponible par un dynamomètre totaliseur-enregistreur........ 809

HENRY (Louis) est élu Correspondant, pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Williamson*.......... 1313

— Adresse des remercîments à l'Académie. 1437

HERBETTE (Jean). — Sur une nouvelle forme de tartrate de thallium et sur les mélanges isomorphes des tartrates de thallium et de potassium......... 1649

HERGESELL (M.-H.). — Sur les ascensions de cerfs-volants exécutées sur la Méditerranée et sur l'Océan à bord du yacht de S. A. S. le prince de Monaco, en 1904........................ 331

— *Errata* relatifs à cette Communication. 1666

— Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le prince de Monaco au mois d'avril 1905. 1569

HÉRISSEY (H.) et BOURQUELOT (Em.). — Sur l'origine et la composition de l'essence de benoîte : glucoside et enzyme nouveaux.................... 870

MM. Pages.

HÉRISSON. — Sur un nouvel embrayage. 365

HESSELGREN (F.) adresse une Note sur « Les intervalles de la gamme musicale et leurs rapports avec le comma » ... 1493

HINRICHS (G.-D.). — Sur les météorites d'Amana......................... 545

— Sur l'uniformité de composition des météorites d'Amana................ 612

— Sur le poids atomique véritable de l'azote......................... 1590

HOUARD (C.). — Sur l'accentuation des caractères alpins des feuilles dans les galles des Genévriers.............. 56

— Variation des caractères histologiques des feuilles dans les galles de *Juniperus oxycedrus* L. du Midi de la France et de l'Algérie.............. 1412

HOULLEVIGUE (L.). — Épaisseur des lames transparentes de fer.......... 428

— Propriétés optiques du fer ionoplastique 1093

HOULLIER. — Sur la cause de l'appauvrissement des sources dans les régions de plaines........................ 382

HUGOUNENQ et MOREL (Albert). — Soudure de la leucine naturelle à l'acide carbamique................ 150

— Sur la carbimide de la (l) leucine naturelle............................ 505

— Sur les urées substituées de la leucine (l) naturelle....................... 859

— Recherches sur l'hématogène......... 1065

HUMBERT est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905........ 1006

— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées)...... 1169

— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1908... 1224

J

JAMMES (L.) et MANDOUL (H.). — Sur la biologie des Cestodes............ 271

JANSSEN (J.). — Sur une récente ascension au Vésuve........................ 200

— Remarques sur une Note de M. *A. Hansky*......................... 771

— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905.. 1006

JAQUEROD (Adrien) et PERROT (F.-Louis). — Sur la dilatation et la densité de quelques gaz à haute température. Application à la détermination de leurs poids moléculaires............. 1542

JAQUEROD (Adrien) et SCHEUER (Otto). Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1atm et la détermi-

MM. Pages.
nation de leurs poids moléculaires... 1384
JARDIN. — Action de l'acide azotique sur les fibres végétales................ 314
JECKER (L.). — Sur quelques minéraux du Djebel-Ressas (Tunisie)........... 1410
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1496
JOANNIS (A.). — Action du potassammonium sur le bromure de baryum..... 1243
JORDAN est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905........ 1006
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905.......................... 1169
— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques pour 1908........................ 1224
JOUGUET (E.). — Sur l'onde explosive.. 711
JOYE (P.) et KOWALSKI (J. DE). — Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension.................... 1102
JUMELLE (HENRI). — Une Bignoniacée à gomme de Madagascar............. 170
— Deux *Dalbergia* à palissandre de Madagascar.......................... 451
— Une nouvelle Euphorbe à caoutchouc.. 1047
JUNGFLEISCH (E.). — Sur la phosphorescence du phosphore................ 444
JUNGFLEISCH (E.) et GODCHOT (M.). — Sur l'acide lactyllactyllactique et le dilactide de l'acide lactique inactif... 502
— Sur l'acide lactique droit............ 719

K

KAREFF (N.), DOYON (M.) et MOREL (A.). — Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogène. 800
KLING (ANDRÉ). — Sur la chloruration de la méthyléthylcétone.............. 312
— Sur les hydrates d'acétol............ 1040
— Action des alcalis sur les solutions aqueuses d'acétol.................. 1256
— Propionylcarbinol et dérivés......... 1345
— Sur le méthylacétylcarbinol.......... 1456
KLOBB (T.). — Sur une phytostérine-alcool bivalent 1700
KOWALSKI (J. DE) et JOYE (P.). — Sur le spectre d'émission de l'arc électrique à haute tension.................... 1102
KRAUSE (MARTIN). — Sur l'interpolation des fonctions continues par des polynomes.......................... 1442
KRONECKER (H.). — L'extension des états fonctionnels de l'oreillette au ventricule se fait-elle par voie musculaire ou par voie nerveuse?.................... 529
KURILOFF (B.) adresse une Note « Sur le peroxyde de zinc »................ 904

L

LACROIX (A.). — Sur les microgranites alcalins du territoire de Zinder...... 22
— *Errata* relatifs à cette Communication. 112
— Les roches éruptives basiques de la Guinée française................. 410
— Conclusions à tirer de l'étude des enclaves homœogènes pour la connaissance d'une province pétrographique. Santorin 971
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1203
— Les carbonates basiques de magnésie de l'éruption de Santorin en 1866.... 1308
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905.............................. 1084
LAGATU (H.). — Sur l'analyse dite *physico-chimique* de la terre arable..... 669
— Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique............................ 1358
LAGATU (H.) et DELAGE (A.). — Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces.... 1555
LAGERLOF (VON DANIEL) adresse une Note en allemand intitulée : « Recherches thermochimiques sur la constitution des carbures d'hydrogène »......... 614
LALOUE (G.) et CHARABOT (EUG.). — Répartitions successives de l'estragol et des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante annuelle. 667
LAMARE (GUSTAVE) soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la

MM. Pages.

construction d'une machine multiplicatrice rapide » ... 923
— Adresse un « Projet de construction d'une horloge hydraulique » ... 1493
LAMOTHE (Général DE). — *Errata* relatifs à une Note sur les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger, du 26 décembre 1904 ... 276
— Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger ... 1613
LAMY (HENRI) et MAYER (ANDRÉ). — Sur le pouvoir sécréteur du rein ... 683
LANCE (DENIS) adresse une Note sur la « Fabrication de peintures normales, à base de zinc, remplaçant la céruse ». 1494
LANDRIEU (PHILIPPE). — Chaleur de formation des oximes ... 867
— Équilibre entre l'acétone et le chlorhydrate d'hydroxylamine ... 1392
LANGEVIN (P.). — Sur une formule fondamentale de la théorie cinétique ... 35
— Sur les ions de l'atmosphère ... 232
— Sur l'impossibilité physique de mettre en évidence le mouvement de translation de la Terre ... 1171
LANGEVIN (P.) et MOULIN (M.). — Sur un enregistreur des ions de l'atmosphère ... 305
LANNELONGUE est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Savigny pour 1905 ... 1085
— Des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 ... 1085
LAPICQUE (LOUIS). — Sur l'excitation des nerfs par les ondes électriques très brèves ... 537
— Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens : Les Kader des Monts d'Anémalé et les tribus voisines ... 1558
— Recherches sur l'ethnogénie des Dravidiens. Relations anthropologiques entre les tribus de la montagne et les castes de la plaine ... 1656
LAPICQUE (M. et Mme LOUIS). — Durée des processus d'excitation pour différents muscles ... 801
LAPICQUE (LOUIS) et GIRARD (P.). — Poids de l'encéphale en fonction du poids du corps chez les Oiseaux ... 1057
LAPPARENT (A. DE). — Sur l'extension des mers crétacées en Afrique ... 349

MM. Pages.

— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Gay, Tchihatchef pour 1905 ... 1006
— Des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905 ... 1084
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 ... 1169
— Du prix Wilde pour 1905 ... 1169
LARGUIER DES BANCELS. — Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé ... 1647
LATTÈS (S.). — Sur les substitutions à trois variables et les courbes invariantes par une transformation de contact ... 29
LAUBY. — Sur le niveau diatomifère du ravin des Égravats, près le mont Dore (Puy-de-Dôme) ... 268
LAUNAY (L. DE). — La formation charbonneuse sénonienne des Balkans ... 609
— Sur le rôle possible des charriages en métallogénie ... 952
LAUNAY (F.) et MAILLET (E.). — Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre 1905 ... 1616
LAUR (FRANCIS). — Le bassin houiller de la Lorraine française ... 267
— Découverte de la houille exploitable en Lorraine française ... 898
— Le grisou aux sondages de Lorraine ... 1568
— adresse une nouvelle Note « Sur la découverte du terrain houiller exploitable en France » ... 1074
LAUSSEDAT (A.). — Sur une carte topographique d'une assez grande étendue levée en très peu de temps à l'aide de la Photographie ... 413
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905 ... 1169
LAVAUX (JAMES). — Séparation de 3 diméthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène ... 44
LAVERAN (A.). — Trypanosomiases et tsétsé dans la Guinée française ... 75
— Traitement mixtes des Trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth. 287
— Traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des infections dues au *Trypanosoma gambiense* ... 1081
— Pseudo-hématozoaires endoglobulaires. 1211
— Est élu membre des Commissions char-

MM. Pages.
gées de juger les concours : du prix Savigny pour 1905 1085
— Des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 1085
— Des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat pour 1905 1169
LAVERAN (A.) et MESNIL (F.). — Sur le Surra et sur la différenciation des Trypanosomiases 831
LAVERAN (A.) et VALLÉE. — Sur un cas de transmission par des ixodes de la spirillose et de la piroplasmose bovines. 1515
LÉAUTÉ est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905 1006
— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905 1006
LEBEAU (Paul). — Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique : préparation des carbures forméniques 1042
— Sur l'emploi des métaux ammoniums en Chimie organique : formation des amines primaires 1264
— Sur quelques propriétés physiques du propane 1454
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1572
LEBEAU (Paul) et MOISSAN (Henri). — Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote 1573
— Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle 1621
LEBESGUE (Henri). — Sur une condition de convergence des séries de Fourier. 1378
LECLERC DU SABLON. — Sur les changements de composition du fruit des Cucurbitacées 320
— Sur les effets de la décortication annulaire 1553
— Sur les réserves hydrocarbonées des arbres à feuilles persistantes 1608
LECORNU (L.). — Sur le frottement de glissement 635
— Sur la loi de Coulomb 847
LE COVEC (H.) adresse une Note « Sur l'*Aphis piri* » 1151
LEDRU et FREUNDLER (P.). — Sur l'acétal bromé 794
LEDUC (A.). — Sur quelques densités de gaz et la précision qu'elles comportent. 642

MM. Pages.
— Sur les poids atomiques de l'hydrogène et de l'azote et la précision atteinte dans leur détermination 717
— Sur la marche de la solidification de la Terre 899
— Sur le diamagnétisme du bismuth 1022
LEDUC (St.). — Variation de la pression osmotique dans le muscle par la contraction 1190
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1427
LÉGER (E.). — Sur la méthylnataloémodine et la nataloémodine 1464
LÉGER (Louis). — Un nouveau type cellulaire de Grégarine à cytoplasme métamérisé 524
LÉGER (M.). — Nouvelles expériences d'enlèvement de l'hélicoptère « M. Léger » au musée océanographique de Monaco 1529
LEMOINE (Georges) est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905 1084
LEMOINE (Paul). — Sur la constitution du Djebel Hadid (Maroc occidental) 393
— Sur une coupe géologique du Haut-Atlas, dans la région du Glaoui (Maroc). 690
LEMOULT (P.). — Action du pentachlorure de phosphore sur les amines cycliques tertiaires. Synthèses des matières colorantes et formation de phosphore 248
— Figure en troisième ligne sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, pour la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire des Arts et Métiers 1525
LEMOULT (P.) et CURTIS. — Sur l'affinité des matières colorantes artificielles pour le tissu conjonctif 1606
LÉPINE (R.) et BOULUD. — Sur la réduction de l'oxyhémoglobine 993
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1128
LE PLAY et CHARRIN. — Existence du rachitisme intra-utérin 327
— Variations des processus morbides suivant la composition des organes 531
— Action pathologique du *Stearophora radicicola* sur les animaux 1480
LEROUX (Henri). — Sur le décahydronaphtol-β et l'octohydrure de naphtaline 590

MM. Pages.

LE ROUX (F.-P.). — De l'action des très basses températures sur la phosphorescence de certains sulfures........ 84
— De l'action des très basses températures sur la phosphorescence des sulfures. Rappel d'un Mémoire de MM. A. et L. Lumière..................... 239
LESAGE (L.) et FOSSE (R.). — Basicité de l'oxygène pyranique. Sels doubles halogénés de quelques métaux et de dinaphtopyryle.................... 1402
LESPIEAU. — Action de l'acide cyanhydrique sur l'épiéthyline............ 436
— Sur l'acide oxéthylcrotonique et l'acide éthyléry thrique 723
— Études cryoscopiques faites dans l'acide cyanhydrique..................... 855
LESPIEAU et CHAVANNE. — Liquéfaction de l'allène et de l'allylène........... 1035
LEVY (Maurice) est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905. 1006
— Des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905......... 1006
— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905........... 1006
— Des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905................ 1007
— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905............. 1169
— Du prix Wilde pour 1905............ 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences mathématiques pour 1908.................. 1224
— De prix Alhumbert pour 1910........ 1225
LÉVY (Michel) figure en première ligne sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre de l'Intruction publique, pour la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques, vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Fouqué* 26
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les Concours des prix Delesse, Fontanes, Alhumbert pour 1905.............................. 1084
LEYDEN (von) fait hommage d'une brochure intitulée « Ueber die parasitäre Theorie in der Aetiologie der Krebse ». 1222
LEYS (A.) adresse une Note « Sur le mercuriacétate de résorcine mercurique et de phloroglucine triacétomercurique ». 961

MM. Pages.

LIOUVILLE (R.). — Sur les pressions développées, à chaque instant, en vase clos par des poudres colloïdales de diverses formes.......................... 708
— Sur la relation qui existe entre la vitesse de combustion des poudres et la pression.......................... 1089
LIPPMANN (G.). — Franges d'interférence produites par le système de deux miroirs perpendiculaires entre eux..... 21
— Présente, au nom du Bureau des Longitudes : 1° La « Connaissance des Temps » pour l'an 1907; 2° Une « Carte de l'éclipse totale de Soleil des 29 et 30 août 1905 »............... 768
— Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission.......... 1508
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau, pour 1905. 1006
— Des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze, pour 1905................. 1006
LOCQUIN (René) et BOUVEAULT (L.). — Action du sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple de la série grasse.................. 1593
— Sur quelques dérivés de la butyroïne et de la capronoïne.................. 1699
LŒWY. — Précautions à prendre dans le mode d'exécution de certaines recherches de haute précision......... 553
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les Concours : des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905. 1006
— Du prix Wilde pour 1905...... 1169
LŒWY et PUISEUX. — Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète.............. 192
LOISEL (Gustave). — Stérilité et alopécie chez des cobayes soumis à l'influence d'extraits ovariens de grenouille..... 738
LOUÏSE (E.) et MOUTIER (F.). — Toxicologie du mercure-phényle........... 1703
LUGEON (Maurice) et ARGAND (Émile). — Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont...... 1364
— Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont. 1491
LULLIN (Th.). — Sur l'alternance des éclipses et des éclats des objets faiblement éclairés.... 1059

MM. Pages.

LUTTRINGER (A.) et BLAISE (E.-E.). — Migration de la liaison éthylénique dans les acides non saturés acycliques. 148
— Caractérisation des lactones au moyen de l'hydrazine... 790
LUTZ (L.). — Sur l'emploi de la leucine et de la tyrosine comme sources d'azote pour les végétaux... 380
— Sur l'assimilabilité comparée des sels ammoniacaux, des amines, des amides et des nitriles... 665

M

MAIGNON (F.). — Sur la présence normale de l'alcool et de l'acétone dans les tissus et liquides de l'organisme... 1063
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1203
— Production d'alcool et d'acétone par les muscles... 1124
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1204
MAIGNON (F.) et VANEY (C.). — Variations subies par le glucose, le glycogène, la graisse et les albumines solubles au cours des métamorphoses du Ver à soie... 1192
— Influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombyx mori* aux dernières périodes de son évolution. Localisation du glycogène, des graisses et des albumines solubles au cours de la nymphose... 1280
— *Errata* relatifs à cette Communication. 1427
MAILHE (Alp.). — Sur l'hydrogénation des aldoximes... 1691
MAILHE (Alp.) et SABATIER (Paul). — Sur les trois méthylcyclohexanones et les méthylcyclohexanols correspondants... 350
— Sur les dérivés substitués du méthylcyclohexane... 840
MAILLET (Ed.). — Sur les zéros des fonctions entières d'ordre infini non transfini... 300
— Sur les solutions des systèmes d'équations différentielles linéaires à coefficients monodromes... 357
— Sur la vidange des systèmes de réservoirs... 712
— Adresse une Note « Sur la classification des sources, en France et en Algérie, d'après leur débit »... 1126
— Sur l'équation indéterminée $x^a + y^a = bz^a$... 1229
MAILLET (Ed.) et LAUNAY (F.). — Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre de 1905... 1616
MAIRE (René). — La mitose hétérotypique chez les Ascomycètes... 950
MALAQUIN (A.). — Les phénomènes histogéniques de la reproduction asexuelle chez les Salmacines et les Filogranes. 1484
MALFITANO (G.). — Sur les colloïdes chloroferriques... 1245
MANDOUL (H.) et JAMMES (L.). — Sur la biologie des Cestodes... 271
MANGIN (L.) et VIALA (P.). — Sur le *Stearophora radicicola,* Champignon des racines de la Vigne... 1477
MANSUY (H.). — Examen des fossiles rapportés du Yunnan par la mission Lantenois... 692
MAQUENNE (L.) et ROUX (Eug.). — Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des empois de fécule.. 1303
MARAGE. — Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles. 87
— Différentes sortes d'otites scléreuses... 603
MARCH (F.) et HALLER (A.). — Sur une nouvelle méthode de synthèse de dérivés alcoylés de certains alcools cycliques saturés. Préparation d'homologues du menthol... 474
— Étude des 1-méthyl-4-benzylcyclohexanols et 1-méthyl-4-dibenzylcyclohexanols... 624
MARIE (C.). — Réduction électrolytique des acides nitrocinnamiques... 1248
MARIÉ (Georges). — Oscillation des véhicules de chemin de fer sur leurs ressorts de suspension... 637
— Oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie. 1222
— Oscillations des locomotives sous l'action de divers forces perturbatrices... 1435
MARQUIS (R.). — Sur les acides benzhydroxamique et dibenzhydroxamique.. 1398
MARTEL (E.-A). — Sur l'application de la thermométrie au captage des eaux d'alimentation... 607
— Sur la formation de la grotte de Roche-

MM. Pages.

fort (Belgique) et sur la théorie des effondrements.......................... 1661
MARTINE (C.) et HALLER (A.). — Sur une synthèse de la menthone et du menthol.......................... 130
— Sur les menthones et menthols obtenus par la réduction de la pulégone par l'action catalytique du nickel réduit..... 1298
MARTINSEN et MOISSAN (H.). — Préparation et propriétés du chlorure et du bromure de thorium............... 1510
MASCART (E.). — Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1904. 13
— Sur le tremblement de terre du 29 avril 1905.......................... 1168
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905.................. 1006
— Du prix Wilde pour 1905............ 1169
— Du prix Saintour pour 1905.......... 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (Prix du Budget) pour 1907......... 1225
— Du même prix pour 1909............ 1225
— Du prix Vaillant pour 1909........... 1225
MASCART (JEAN) et EBERT (W.). — Lunette méridienne photographique pour déterminer les ascensions droites.... 1314
MASON (MAX). — Sur l'équation différentielle $y'' + \lambda A(x) y = 0$............ 1086
MASSOL (L.) et BOULLANGER (E.). — Sur l'action des sels ammoniacaux sur la nitrification du nitrite de soude par le ferment nitrique................ 687
MASSOULIER (PIERRE). — Contribution à l'étude de l'ionisation dans les flammes................ 234, 647 et 1023
MATIGNON (CAMILLE). — Prévision d'une réaction chimique formant un système monovariant........................ 513
— Préparation des chlorures anhydres des métaux rares........................ 1181
— Propriétés de quelques chlorures anhydres de métaux rares............... 1339
— Propriétés chimiques du chlorure anhydre de néodyme.................. 1637
MATIGNON (C.) et DESPLANTES. — Oxydation des métaux à froid en présence de l'ammoniaque............ 853
MATIGNON (C.) et TRANNOY (R.). — Combinaisons du chlorure de samarium avec le gaz ammoniac.............. 141
MATHIAS (E.). — Sur la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés............ 1174
MATIN (Le Journal LE) communique une nouvelle dépêche de M. Jean Charcot. 708
MAUBANT (E.). — Éléments provisoires de la comète Giacobini (1905, mars 26). 926
MAUBANT (E.) et FAYET (G.). — Éléments provisoires et éphéméride de la nouvelle comète Borrelly (1904, déc. 28). 105
MAYER (ANDRÉ) et LAMY (HENRI). — Sur le pouvoir sécréteur du rein..... 683
MAYET. — Reproduction expérimentale du cancer chez l'homme........... 1487
MAZÉ (P.). — Sur l'*oïdium lactis* et la maturation de la crème et des fromages.......................... 1612
MELIKOFF (P.). — Sur les perborates... 502
MELNIKOV (S.-A.) adresse une Note sur un appareil destiné à expliquer « L'aurore boréale, le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique »...... 961
MENDELSSOHN (MAURICE). — De l'action du radium sur la torpille (*Torpedo marmorata*)...................... 463
MESLIN (GEORGES). — Sur les coefficients d'aimantation spécifique des liquides. 237
— Sur le coefficient d'aimantation du bismuth et sur quelques points de repère dans l'échelle diamagnétique........ 499
— Sur le coefficient d'aimantation spécifique et la susceptibilité magnétique des sels.......................... 782
— Sur l'ionisation et le coefficient d'aimantation des solutions aqueuses........ 1329
— Appareil et méthode de mesure des coefficients d'aimantation.............. 1683
MESNIL (F.) et CAULLERY. — Phénomènes de sexualité dans le développement des Actinomyxidies......... 1482
MESNIL (F.) et LAVERAN (A.). — Sur le Surra et sur la différenciation des Trypanosomiases.................. 831
MEUNIER (L.) et COUTURIER (F.). — Action de l'amalgame de magnésium sur la diméthylcétone.............. 721
MILLER (G.-A.). — Sur les sous-groupes invariants d'indice p^2.............. 32
MILLIAU (E.). — Procédé pour déterminer la pureté du beurre de coco... 1702
MILLOCHAU. — Sur une mesure de la

MM. Pages.

hauteur de la couche renversante, obtenue à l'aide de la grande lunette de l'Observatoire du mont Blanc........ 354

MINGUIN (J.). — Dissociation des sels de strychnine, décelée par leur pouvoir rotatoire. Pouvoir rotatoire dans les séries homologues. Influence de la double liaison.................... 243

— Influence de la fonction éthylénique dans une molécule active........... 946

MINISTRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES (M. le) invite l'Académie à dresser des listes de candidats pour deux Chaires au Conservatoire national des Arts et Métiers............... 1313

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS (M. le) invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la Chaire d' « Histoire naturelle des corps organisés » vacante au Collège de France par suite du décès M. *Marey*...................... 207

MOISSAN (Henri). — Sur l'augmentation de volume de la fonte liquide saturée de carbone au four électrique, au moment de la solidification............ 185

— Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant.... 277

— Étude du siliciure de carbone de la météorite de Cañon Diablo............ 405

— Sur une nouvelle synthèse de l'acide oxalique......................... 1209

— Fait hommage à l'Académie de deux nouveaux fascicules du Traité de Chimie minérale, publié sous sa direction........................... 419

— Est nommé membre d'une Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1904.................. 1313

— Est élu membre des Commisions chargées de juger les concours : des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905.. 1084

— Des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905...................... 1084

— Du prix Saintour pour 1905.......... 1169

— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (prix du Budget) pour 1907........ 1225

— Du même prix pour 1909............ 1225

— De prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908....................... 1225

MM. Pages.

— De prix Vaillant pour 1909.......... 1225

MOISSAN (Henri) et CHAVANNES. — Sur quelques constantes physiques du calcium et sur l'amalgame de calcium.. 122

— Sur quelques constantes du méthane pur et sur l'action du méthane solide sur le fluor liquide................ 407

MOISSAN (Henri) et LEBEAU (Paul). — Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote.................. 1573

— Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle.................. 1621

MOISSAN (H.) et MARTINSEN. — Préparation et propriétés du chlorure et du bromure de thorium........... 1510

MOISSAN (H.) et OSMOND (F.). — Étude micrographique de la météorite de Cañon Diablo..................... 71

MOLLIARD (Marin). — Production expérimentale de l'appareil ascosporé de la Morille.......................... 1146

MONTESSUS DE BALLORE (R. de). — Sur les fractions continues algébriques de Laguerre.......................... 1438

MOREL (Albert) et HUGOUNENQ. — Soudure de la leucine naturelle à l'acide carbamique...................... 150

— Sur la carbimide de la (l) leucine naturelle...................... 505

— Sur les urées substituées de la leucine (l) naturelle....................... 859

— Recherches sur l'hématogène......... 1065

MOREL (Albert), KAREFF (N.) et DOYON (M.). — Effets du phosphore sur la coagulabilité du sang. Origine du fibrinogène........................... 800

MOREUX (Th.). — La grande tache solaire de février 1905..................... 487

— Sur la constitution des taches solaires. 632

MOULIN (M.) et LANGEVIN (P.). — Sur un enregistreur des ions de l'atmosphère.......................... 305

MOUREAUX (Th.). — Sur la valeur des éléments magnétiques au 1er janvier 1905............................ 107

— Sur le tremblement de terre de Lahore et les variations de l'aiguille aimantée à Paris......................... 1073

MOUREU (Charles) et VALEUR (Amand). — Sur la spartéine. Action de l'iodure de méthyle................... 1601

— Sur la spartéine. Stéréoisomérie des deux iodométhylates............... 1645

MOUSSU et CHARRIN. — Physiologie de

MM. Pages.
la rate (fonction biligénique)....... 1118
MOUTIER (A.) et CHALLAMEL (A.). — Étude comparative sur l'action de la cage autoconductrice et du lit condensateur dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation...................... 462 et 602
— De l'abaissement de la pression artérielle au-dessous de la normale par la d'Arsonvalisation.................. 742
MOUTIER (F.) et LOUÏSE (E.). — Toxicologie du mercure-phényle........... 1703
MULLER (P.-Th.) et FUCHS (C.). — Sur une méthode de détermination des chaleurs spécifiques des solutions. Chaleur moléculaire des bons et des mauvais électrolytes............... 1639
MÜNTZ (A.). — Le *moelleux* des vins.... 346

N

NICKLÈS (René). — Sur les plis couchés de Saint-Jean-de-Buèges (Hérault)... 329
— Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle....................... 896
NICOLARDOT (P.). — Sesquioxyde de fer colloïdal, modification brune........ 310
— Éthylate ferrique................... 857
NICOLAS (E.). — Sur la recherche du formol dans le lait.................. 1123
NICOLLE (Charles). — Reproduction expérimentale de la lèpre chez le singe. 539
NORDMANN (Charles). — Mesure de la conductibilité des diélectriques au moyen des gaz ionisés............. 38
— Enregistreur à écoulement liquide de l'ionisation atmosphérique.......... 430

O

OCEANU (P.) et BABÈS (A.). — Les effets physiologiques de l'ovariotomie chez la chèvre........................... 172
ODIER (R.). — Terminaison des nerfs moteurs dans les muscles striés de l'homme......................... 1361
OSMOND (F.) et MOISSAN (H.). — Étude micrographique de la météorite de Cañon-Diablo..................... 71

P

PACAUT. — Sur quelques formes normales de l'Amitose dans les épithéliums de revêtement des mammifères......... 676
PAINLEVÉ (Paul). — Sur les lois du frottement de glissement............. 702
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905.............. 1006
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905 1169
PARISET. — Hydrolyse du glycogène hépatique produite par l'injection de l'amylase dans la veine porte........ 534
PASTUREAU. — Sur un mode de formation d'acétol et d'acide pyruvique par oxydation directe de l'acétone....... 1591
PAULIN. — Dépêche relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble....... 1201
— Dépêche relative à une secousse sismique ressentie à Grenoble........... 1572
PEARCE (F.) et DUPARC (L.). — Sur l'existence de hautes terrasses dans l'Oural du Nord....................... 333
— Sur la *gladkaïte* une nouvelle roche filonienne dans la dunite............ 1614
PÉCHEUX (H.) adresse une Note intitulée : « Action de l'aluminium et de quelques alliages d'aluminium sur l'eau de quelques solutions salines »......... 614
— Adresse une Note sur les « Résistivités de quelques alliages d'aluminium »... 961
— Sur une propriété des alliages étain-aluminium, bismuth-aluminium, magnésium-aluminium................ 1535
PÉCOUL (A.) et ALBERT-LÉVY. — Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées.................. 98
PÉLABON (H.). — Sur la fusibilité des mélanges que le sulfure d'antimoine

MM. Pages.
forme avec le sulfure cuivreux et le sulfure mercurique................ 1389
PELLAT (H.). — Champ magnétique auquel est soumis un corps en mouvement dans un champ électrique......... 229
— Est porté sur la liste des candidats présentés par la Section de Physique pour la place laissée vacante par le décès de M. *Potier*........................ 1733
PERNTER. — Sur un halo extraordinaire. 1367
PERRIER (A.). — Sur la formation et le rôle des matières grasses chez les Champignons........................... 1052
PERRIER (Edmond) est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Gay, Tchihatchef pour 1905........................ 1006
— Des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905........................ 1084
— Du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905................. 1084
— Du prix Savigny pour 1905.......... 1085
— Des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905................... 1085
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905..................... 1224
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (prix du Budget) pour 1907........ 1225
— Du même prix pour 1909............ 1225
— Du prix prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908..................... 1225
PERRIER (G.). — Préparation de moûts de pommes pratiquement stériles..... 324
PERRIER (G.) et PROST (E.). — Sur un isomère de l'acétone trichlorée...... 146
PERRIER (Rémy). — Sur quelques points de l'anatomie des organes mâles des Édentés Tardigrades et sur leurs moyens de fixation................ 1054
PERRIGOT (M.) et CHANOZ (M.). — A propos d'une prétendue démonstration de l'existence des rayons N par la photographie d'écrans au sulfure de calcium insolé........................ 86
PERROT (F.-Louis) et JAQUEROD (Adrien). — Sur la dilatation et la densité de quelques gaz à haute température. Application à la détermination de leurs poids moléculaires......... 1542

MM. Pages.
PESCHEUX et HAUGER. — Avertisseur de la présence des gaz d'éclairage ou du grisou.......................... 1100
PETIT (Joseph) et BROCHET (André). — Sur l'électrolyse d'acides organiques au moyen du courant alternatif...... 442
— Sur la dissolution électrolytique du platine dans l'acide sulfurique......... 655
PETOT (A.). — Sur le mode de fonctionnement du différentiel des automobiles............................ 497
PEYRONY, CAPITAN et BREUIL. — Figuration du Lion, de l'Ours des cavernes et du Rhinocéros sur les parois des grottes par l'Homme de l'époque du Renne.......................... 1731
PHISALIX (C.). — Influence de l'émanation du radium sur la toxicité des venins. 600
— Sur la présence du venin dans les œufs de Vipère........................ 1719
PICARD (Alfred) est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905........................ 1169
PICARD (Émile). — Sur quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques de connexion linéaire supérieure à l'unité............................ 117
— Sur la dépendance entre les intégrales de différentielles totales de première et de seconde espèce d'une surface algébrique........................ 915
— Fait hommage à l'Académie du Tome II de son « Traité d'Analyse »......... 207
— Fait hommage à l'Académie du Tome I des « Œuvres de Charles Hermite ». 1524
— Est nommé membre d'une Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1904.................. 1313
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905............... 1006
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905........................ 1169
— Est élu membre de la Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1908............. 1224
PIETTRE (M.) et VILA (A.). — Observations sur les bandes d'absorption du sang et de l'oxyhémoglobine........ 390
— Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine.......................... 685

MM. Pages.
— Spectroscopie du sang et de l'oxyhémoglobine ... 1060
— Sur la méthémoglobine ... 1350
— L'oxyhémoglobine du cobaye. Action des fluorures ... 1707
PIGEAUD. — Sur le calcul des arcs encastrés ... 774
— Arcs associés à des longerons par des montants verticaux articulés ... 1091
PIROUTET (M.) et DEPRAT (J.). — Sur l'existence et la situation tectonique anormales de dépôts éocènes en Nouvelle-Calédonie ... 158
POINCARÉ (H.). — Sur la généralisation d'un théorème élémentaire de Géométrie ... 113
— Sur la dynamique de l'électron ... 1504
— Rapport présenté au nom de la Commission chargée du contrôle scientifique des opérations géodésiques de l'Équateur ... 998
— Fait hommage à l'Académie du premier Volume de ses « Leçons de Mécanique céleste » ... 26
— Fait hommage à l'Académie de son Volume intitulé : « La valeur de la Science » ... 1524
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : du prix Francœur pour 1905 ... 1006
— Des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905 ... 1006
— Des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905 ... 1006
— Des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 ... 1007
— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot, et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905 ... 1169
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences) pour 1905 ... 1169
— Du prix Saintour pour 1905 ... 1169
— Dn prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques pures ou appliquées) pour 1905 ... 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences mathématiques (prix du Budget) pour 1908 ... 1224
— De prix Vaillant pour 1909 ... 1225
— De prix Alhumbert pour 1910 ... 1225

MM. Pages.
POLACK (A.). — Du contraste simultané des couleurs ... 1563
PONSOT. — Chaleur dans le déplacement de l'équilibre d'un système capillaire. 1176
— Volume spécifique d'un fluide dans des espaces capillaires ... 1236
— *Errata* relatifs à cette Communicatien. 1427
— Pouvoir thermoélectrique et effet Thomson ... 1585
PORCHER (Ch.). — Dosage du sucre dans le sang au moment de l'accouchement chez la chèvre sans mamelles ... 1279
— Recherches sur la lactase animale ... 1406
PORCHET (F.) et CHUARD (E.). — Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques employées dans la lutte contre le mildiou ... 1354
POSTERNAK (S.). — Sur la composition chimique et la signification des grains d'aleurone ... 322
POTIER est élu membre de la Commission chargée de juger le concours des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 ... 1006
— Sa mort est annoncée à l'Académie ... 1285
POZZI-ESCOT (Emm.) adresse une Note intitulée : « Étude de quelques dérivés de l'acide amino-éthanoïque : I. Synthèse et propriétés des acides thiohydantoïques monosubstitués » ... 174
PRILLIEUX est élu membre de la Commission chargée de juger les concours du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905 ... 1084
PROST (E.) et PERRIER (G.). — Sur un isomère de l'acétone trichlorée ... 146
PRUD'HOMME figure en deuxième ligne sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes pour la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire national des Arts et Métiers ... 1525
PUISEUX. — Sur l'observation de l'éclipse partielle de Lune du 19 février 1895. 559
PUISEUX et LŒWY. — Étude des photographies lunaires. Considérations sur la marche de la solidification dans l'intérieur d'une planète ... 192

R

MM. Pages.
RADAU est élu membre de la Commission chargée de juger le concours des prix Pierre Gusman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905.. 1006
RAFFY (L.). — Sur la recherche des surfaces isothermiques.................. 1672
RAMBAUD et SY. — Observations de la comète Giacobini (d 1904) faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$.................. 46
— Observations de la comète Borrelly (e, 1904) faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$........ 154
— Observations de la comète Giacobini (1905, a) faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$... 1007
RAMIREZ (G.) adresse un « Essai sur un nouveau procédé de Navigation aérienne »....................... 549
RANVIER est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Savigny pour 1905................ 1085
RAYET (G.). — Observations de la comète Borrelly (28 décembre 1904) faites, au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty*........ 78
— Observations de la comète Borrelly (1904, e) faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux, par M. *F. Courty*.......................... 206
— Les ombres mouvantes de l'éclipse totale de Soleil du 12 mai 1706........ 1577
RECOURA (A.). — Sur un sulfate ferrique basique.......................... 1634
— Hydrolyse des solutions très concentrées de sulfate ferrique................ 1685
REHNS (JULES) et SALMON (PAUL). — Traitement du cancer cutané par le radium.......................... 1723
RÉMOUNDOS (GEORGES). — Sur quelques points de la théorie des nombres 135
— Sur quelques points de la théorie des nombres et de la théorie des fonctions.......................... 1231
RENAN (H.) et EBERT (W.). — Sur une détermination de la constante d'aberration au moyen des observations de trois étoiles très voisines du pôle.... 1669
RENGADE (E.). — Sur le méthylamidure de cæsium....................... 246
— Sur l'amidure de cæsium........... 1183
— Action de l'oxygène sur le cæsium-ammonium........................ 1536
RÉPIN (CHARLES). — La culture de la morille.......................... 1274
RETZIUS (GUSTAV). — Fait hommage à l'Académie du Tome XII de ses « Biologische Untersuchungen » (nouvelle série)........................... 1312
RICHE (A.) et HALPHEN (G.). — Contribution à l'étude des teintures histologiques.......................... 1408
RIESZ (F.). — Sur un théorème de M. *Borel*....................... 224
RIPPAS (WLADIMIR DE) adresse une Note « Sur les triangles égyptiens »....... 1151
ROBYN (A.). — Sur quelques nouvelles substances azotées dinaphtopyraniques.......................... 1644
ROBYN (A.) et FOSSE (R.). — Phénols pyraniques........................ 1538
ROCQUES (X.). — Sur la composition des eaux-de-vie de vin 511
RŒDERER. — Sur le strontium ammonium.......................... 1252
ROGOVSKY (E.).— Sur les rayons cathodiques émis par l'anode............ 575
— Sur la différence de température des corps en contact................... 1179
ROSENSTIEHL figure en première ligne sur la liste des candidats présentés à M. Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, pour la Chaire de matières colorantes, blanchiment, teinture, impression et apprêt du Conservatoire national des Arts et Métiers.................... 1525
ROSSARD (F.). — Observations de la nouvelle comète Giacobini (1905, mars 26) faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner-Henry)......... 1085
ROUCHÉ est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Montyon (Statistique) pour 1905. 1169
ROUGERIE (Mgr) adresse une Note « Sur les causes de la formation des courants atmosphériques »............ 1151
ROUSSEAUX (E.) et GIRARD (A.-CH). — Les exigences du tabac en principes fertilisants.................. 733

MM. Pages.
ROUX (Émile) est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Médecine et Chirurgie), Barbier, Bréant, Godard, du baron Larrey, Bellion, Mège, Dusgate, Serres pour 1905 1085
— Des prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat, pour 1905 1169
ROUX (Eugène). — Sur la transformation de l'amylocellulose en amidon ... 440
— Sur la rétrogadation des amidons artificiels 943
— Sur la saccharification par le malt des amidons artificiels 1259
ROUX (Eugène) et MAQUENNE (L.). — Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des emplois de fécule 1303
ROZET (Dom Cl.) et AMANN (Dom M.). — Ombre secondaire observée sur les anneaux de Saturne en octobre, novembre et décembre 1904 297

S

SABAT (Bronislaw). — Action du bromure de radium sur la résistance électrique des métaux 644
SABATIER (Paul) et MAILHE (A.). — Sur les trois méthylcyclohexanones et les méthylcyclohexanols correspondants .. 350
— Sur les dérivés monochlorés du méthylcyclohexane 840
SABATIER (Paul) et SENDERENS (J.-B.). — Application aux nitriles de la méthode d'hydrogénation directe par catalyse : synthèse d'amines primaires, secondaires et tertiaires 482
SALET. — Sur une application du diaphragme-iris en Astronomie 561
SALMON (Paul) et REHNS (Jules). — Traitement du cancer cutané par le radium 1723
SANDBERG (C.-G.-S.). — Sur l'âge du granite des Alpes occidentales et l'origine des blocs exotiques cristallins des Klippes 1072
SAUTON et TRILLAT (A.). — Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait, basé sur la recherche de l'ammoniaque 1266
SAVORNIN. — Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au nord-ouest du Chott el Hodna 155
SCHEUER (Otto) et JAQUEROD (Adrien). — Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1^{atm} et la détermination de leurs poids moléculaires ... 1384
SCHIDLOF (A.) et GUYE (Ch.-Eug.). — Hystérésis magnétique aux fréquences élevées dans le nickel et les aciers au nickel 369
SCHLŒSING (Th.) est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique) Fourneyron, Poncelet pour 1905 1006
— Des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze (Chimie), Bordin pour 1905 1084
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (prix du Budget) pour 1907 1225
— Du même prix pour 1909 1225
— De prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908 1225
SCHMITT (Ch.). — Nouveau mode de préparation des éthers mésoxaliques. Leur condensation avec les éthers cyanacétiques[1] 1400
SCHULTEN (A. de) — Sur la fiedlerite .. 315
SEBERT est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905 1006
— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905 1006
SÉGUY (Gaston). — Sur les propriétés radioactives photogéniques du corail calciné placé dans le vide radiant et soumis à l'influence des rayons cathodiques 83
SEMICHON (L.). — Signification physiologique des cellules à nitrates chez les Mellifères solitaires 1715
SENDERENS (J.-B.) et SABATIER (Paul). — Application aux nitriles de la méthode d'hydrogénation directe par catalyse : synthèse d'amines primaires, secondaires et tertiaires 482
SÉRÉGÉ (H.). — Sur l'indépendance ana-

MM. Pages.
tomique et fonctionnelle des lobes du foie........ 804
SEURAT (G.) et BOUVIER (E.-L.). — *Eumedon convictor*, Crabe commensal d'un Oursin........ 629
SEVERI (FRANCESCO). — Sur la totalité des courbes tracées sur une surface algébrique et les intégrales de Picard attachées à la surface........ 361
— Le théorème d'Abel sur les surfaces algébriques........ 926
SIMON (L.-J.). — Action du permanganate de potassium sur les sels d'hydroxylamine (nitrate, phosphate, arséniate). 659
— Sur une méthode de dosage volumétrique de l'hydroxylamine........ 724
SIMONET (A.) et VIGNON (LÉO). — Diazoaminés de la diphénylamine, dérivés des homologues de l'aniline et des naphtylamines........ 788
— Diazoaminés secondaires........ 1038
SOCOLOV (SERGE) adresse une Note sur des « Corrélations régulières remarquables du système planétaire »........ 1493
SOLVAY (ERNEST). — Sur le problème dit du *travail statique;* essai de dissociation des énergies mises en jeu........ 1362
— Sur le problème dit du *travail statique:* démarrage; considérations générales. 1721
SPARRE (DE). — Au sujet de la déviation des corps dans la chute libre........ 33
— Sur la déviation des corps dans la chute libre........ 363
STEFANOWSKA (Mlle M.). — Sur l'accroissement de poids des substances organiques et minérales dans l'avoine en fonction de l'âge........ 58
— Sur la croissance en poids du cobaye.. 879
STÉPHANOS (CYPARISSOS). — Sur les forces donnant lieu à des trajectoires coniques........ 1318
STERN (Mlle L.) et BATTELLI (F.). — La philocatalase et l'anticatalase dans les tissus animaux........ 1197
— Recherches sur le mode d'action de la philocatalase........ 1352
SY et RAMBAUD. — Observations de la comète Giacobini (*d* 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$........ 46
— Observations de la comète Borrelly (*e*, 1904) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$........ 154
— Observations de la comète Giacobini (1905, *a*) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de $0^m,318$.. 1007

T

TEISSERENC DE BORT (L.). — Variation de la température quotidienne dans la haute atmosphère........ 467
TEODORESCO (E.-C.). — De l'action qu'exercent les basses températures sur les zoospores des Algues........ 522
THIROUX (M.). — L'infection du *Paddæ oryzivora* par le *Trypanosoma paddæ* n'a pas de rapports avec l'infection de cet oiseau par l'*Halteridium Danilewskyi*........ 109
TIFFENEAU. — Sur l'oxyde de méthoéthénylbenzène (*méthylstyrolène*)........ 1458
TIFFENEAU et FOURNEAU. — Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués........ 1595
TISSOT (J.). — Les proportions des gaz du sang artériel, pendant le cours de l'anesthésie chloroformique, restent invariables tant que la ventilation pulmonaire reste à peu près normale.... 384
— Recherches expérimentales sur les relations entre la pression artérielle et les doses de chloroforme absorbées; l'examen continu de la pression artérielle permet d'éviter sûrement tous les accidents de l'anesthésie chloroformique, quel que soit le procédé de chloroformisation employé........ 459
— Étude expérimentale des conditions qui déterminent la pénétration des vapeurs de chloroforme dans le sang pendant l'anesthésie chloroformique et de l'influence des variations de la ventilation pulmonaire sur cette pénétration.... 681
— Étude expérimentale des relations entre la pression artérielle et la ventilation pulmonaire dans l'anesthésie par le chloroforme. Le polypnée est une cause déterminante des accidents de la chloroformisation........ 806
— Figure en seconde ligne sur la liste des candidats présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire

MM. Pages.
d' « Histoire naturelle des corps organisés » vacante au Collège de France par suite du décès de M. *Marey*..... 353
TORRES (L.). — Sur la stabilité longitudinale des ballons dirigeables......... 1019
TOUCHET (Em.). — Sur une photographie d'éclair montrant une incandescence de l'air............................ 1031
TOUPLAIN et BORDAS (F.). — Emploi des centrifugeurs pour l'analyse des cacaos et des chocolats.................... 1098
— Nouvelle méthode d'analyse rapide du lait.............................. 1099
TOURNEUX (L.) adresse un Mémoire intitulé : « Un mal ancien du cuir et de la peau. La guérison »............. 120
TRANNOY (R.) et MATIGNON (C.). — Combinaisons du chlorure de samarium avec le gaz ammoniac............. 141
TRAYNARD (E.).— Sur une surface hyperelliptique.................. 218 et 931
TRIBOT (J.). — Sur les chaleurs de combustion des tissus nerveux et musculaire, en fonction de l'âge, chez le cobaye.......................... 881
— Sur les chaleurs de combustion et la composition chimique des tissus nerveux et musculaire chez le cobaye, en fonction de l'âge.................. 1565
TRIBOT (J.) et CHRÉTIEN (H.). — Sur un hydrate colloïdal de fer obtenu par électrodialyse et sur quelques-unes de ses propriétés..................... 144
TRILLAT (A.). — Sur les propriétés antiseptiques de certaines fumées et sur leur utilisation..................... 797
TRILLAT (A.) et SAUTON. — Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait, basé sur la recherche de l'ammoniaque................. 1266
TRILLAT et TURCHET. — Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque : application pour caractériser la pureté des eaux........................ 374
TROOST. — M. le *Président* communique un télégramme de M. Jean Charcot.. 617
— Annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 24 avril sera remise au mardi 25....... 1077
— Annonce à l'Académie le décès de M. *Potier*......................... 1285
— M. le *Président* est invité, par M. le Maire de la ville de Lamarche, à faire partie du Comité de patronage pour l'érection d'un monument au colonel Renard.......................... 1225
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze, Bordin pour 1905.. 1084
— Des médailles Arago, Lavoisier, Berthelot et des prix Trémont, Gegner, Lannelongue pour 1905................ 1169
— Du prix Wilde pour 1905,........... 1169
— Du prix Saintour pour 1905.......... 1169
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question au Grand prix des Sciences physiques (Prix du Budget) pour 1907......... 1225
— Du même prix pour 1909............ 1225
— Du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908....................... 1225
— De prix Vaillant pour 1909.......... 1225
— De prix Alhumbert pour 1910........ 1225
TURCHET et TRILLAT. — Nouveau procédé de recherche de l'ammoniaque : application pour caractériser la pureté des eaux......................... 374
TURCHINI (S.). — Variation de l'étincelle équivalente du tube à rayons X..... 649
— Sur les variations d'éclat données par un tube de Crookes.................. 1139
— Étude de la puissance radiographique d'un tube à rayons X............. 1325
TURCHINI et BROCA (André). — Sur la variation du pouvoir inducteur spécifique du verre avec la fréquence..... 780
— Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence......................... 1238
TZITZÉICA (G.). — Sur les équations différentielles linéaires du second ordre renfermant un paramètre........... 223
— Sur les équations différentielles du second ordre renfermant un paramètre. 492

U

URBAIN (G.). — Sur la purification de la gadoline et sur le poids atomique du gadolinium........ 583
— Sur un spectre nouveau observé dans la gadoline....................... 1233

V

MM. Pages.
VAILLANT (Léon). — Le genre *Alabes* de Cuvier.......... 1713
VAILLANT (P.). — De l'influence de la concentration sur les propriétés magnétiques des solutions de cobalt.... 1632
VALEUR (Amand) et MOUREU (Charles). — Sur la spartéine. Action de l'iodure de méthyle.......... 1601
— Sur la spartéine. Stéréoisomérie des deux iodométhylates.......... 1645
VALLÉE (E.) et ETARD (A.). — Sur la pyrolyse de la gomme laque.......... 1603
— *Errata* relatif à cette Communication. 1736
VALLÉE et LAVERAN (A.). — Sur un cas de transmission par les ixodes de la spirillose et de la piroplasmose bovines.......... 1515
VALLOIS (L.) et FLEIG (C.). — Le graphique respiratoire chez le nouveau-né.......... 1422
VANEY (C.) et MAIGNON (F). — Variations subies par le glucose, le glycogène, la graisse et les albumines solubles au cours des métamorphoses du Ver à soie.......... 1192
— Influence de la sexualité sur la nutrition du *Bombyx mori* aux dernières périodes de son évolution. Localisation du glycogène, des graisses et des albumines solubles au cours de la nymphose.... 1280
— *Errata* relatif à cette Communication.. 1427
VAN TIEGHEM est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Gay, Tchihatchef pour 1905.......... 1006
— Du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905.......... 1084
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) pour 1905.......... 1224
— Est élu membre des Commissions chargées de présenter une question : de Grand Prix des Sciences physiques (Prix du Budget) pour 1907.......... 1225
— Du même prix pour 1909.......... 1225
— Du prix Bordin (Sciences physiques) pour 1908.......... 1225
VAN 'T HOFF est élu correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *W. Gibbs*.......... 844
— Adresse des remerciments à l'Académie. 924
VARENNE (E.) et GODEFROY (L.). — Sur l'anéthoglycol (glycol de l'anéthol).......... 591
VARET (Raoul). — Recherches sur les formiates de mercure.......... 1641
VAUTIER (Th.) et VIOLLE (J.). — Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3^m de diamètre.......... 1292
VERNEUIL figure en première ligne sur la liste de candidats présentée à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes pour la chaire de chaux, ciments, céramique et verrerie du Conservatoire national des Arts et Métiers.......... 1524
VESSIOT (E.). — Sur les courbes minima.......... 1381
VIALA (P.) et MANGIN (L.). — Sur le *Stearophora radicicla*, Champignon des racines de la Vigne.......... 1477
VIEILLE est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Montyon (Mécanique), Fourneyron, Poncelet pour 1905.......... 1006
— Du prix extraordinaire de la Marine et du prix Plumey pour 1905.......... 1006
VIGNON (G.) et COUTURIER (F.). — Sur quelques nouvelles β-cétoaldéhydes.. 1695
VIGNON (Léo). — Limite de copulation du diazobenzène et de l'aniline..... 91
— Recherche du phosphore blanc dans le sulfure de phosphore.......... 1449
VIGNON (Léo) et SIMONET (A.). — Diazoaminés de la diphénylamine, dérivés des homologues de l'aniline et des naphtylamines.......... 788
— Diazoaminés secondaires.......... 1038
VILA (A.) et PIETTRE (M.). — Observations sur les bandes d'absorption de l'oxyhémoglobine.......... 390
— Étude spectroscopique de l'oxyhémoglobine.......... 685
— Spectroscopie du sang et de l'oxyhémoglobine.......... 1060
— Sur la méthémoglobine.......... 1350
— L'oxyhémoglobine de cobaye. Action des fluorures.......... 1707
VILLARD (P.). — Sur le silhouettage pho-

MM. Pages.
tographique. Réponse à la Note de M. A. Guébhard 785
VILLE (J.) et DERRIEN (E.). — Modification du spectre de la méthémoglobine par le fluorure de sodium 743
— Sur une combinaison fluorée de la méthémoglobine 1195
— *Errata* relatif à cette Communication.. 1427
— Sur la méthémoglobine et sa combinaison fluorée 1549
VIOLLE (J.). — Sur l'action des canons paragrêles... 342
— Est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze pour 1905 1006
VIOLLE (J.) et VAUTIER (TH.). — Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3m de diamètre 1292
VRANCEANO (P.) et GUILLEMARD (H.). — Sur la toxicité des alcaloïdes urinaires 1277
VUILLEMIN (PAUL). — Hyphoïdes et Bactéroïdes 52
— Sur la dénomination de l'agent présumé de la syphilis 1567

W

WAHL (A.) et BOUVEAULT (L.). — Sur la non-existence de deux dioximidobutyrates d'éthyle stéréoisomères 438
WALLERANT (FRÉDÉRIC). — Sur les azotates de potasse et d'ammoniaque et sur la loi de Bravais 264
— Sur l'isodimorphisme .... 447 et 1045
— Sur les transformations polymorphiques par actions mécaniques 1268
WARCOLLIER (G.). — Sur la production d'un cidre doux 1711
WEISS (PIERRE). — Propriétés de la pyrrhotine dans le plan magnétique 1332
— Propriétés magnétiques de l'élément simple de la pyrrhotine 1532
— La pyrrhotine, ferromagnétique dans le plan magnétique et paramagnétique perpendiculairement à ce plan 1587
WILDEMAN (E. DE). — Deux lianes caoutchoutifères méconnues 515
WINTREBERT (L.). — Sur quelques osmionitrites et un nitrite d'osmium.... 585
WOLF est élu membre de la Commission chargée de juger les concours des prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant, Damoiseau pour 1905.. 1006
WOLFF (J.) et FERNBACH (A.). — Sur la coagulation diastasique de l'amidon. 95
— Influence de l'état de liquéfaction de l'amidon sur sa transformation par les diastases saccharifiantes 1067
— De quelques circonstances qui influent sur l'état physique de l'amidon 1403
— Analogie entre l'amidon coagulé par l'amylocoagulase et l'amidon de pois.. 1547

Y

YUNG (ÉMILE). — De la cause des variations de la longueur de l'intestin chez les larves de *Rana esculenta* 878

Z

ZAHIKJANZ (GABRIEL) adresse une Note « Sur les lois fondamentales des vapeurs et des gaz » 1126
ZALACKAS (C.). — Sur l'antidote de la nicotine 741
ZEILLER (R.). — Sur les plantes houillères des sondages d'Éply, Lesménils et Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle) 837
— Fait hommage à l'Académie d'une brochure « Sur une florule portlandienne des environs de Boulogne »,

MM. Pages.
publiée en collaboration avec M. *P. Fliche* ... 1168
— Est élu membre des Commissions chargées de juger les concours : des prix Delesse, Fontannes, Alhumbert pour 1905 ... 1084

MM. Pages.
— Du Grand Prix des Sciences physiques, des prix Desmazières, Montagne, Thore pour 1905 ... 1084
ZERVOS (P.). — Sur le problème de Monge ... 1013

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
36222 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.